



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΝΕΥΜΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ



Διευθυντής: Καθηγητής Κωνσταντίνος Ι. ΓΟΥΡΓΟΥΛΙΑΝΗΣ

Διδακτορική Διατριβή

**«ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ ΣΕ
ΜΟΝΩΔΟΥΣ, ΧΟΡΩΔΟΥΣ ΚΑΙ ΜΟΥΣΙΚΟΥΣ ΠΝΕΥΣΤΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΝ»**

υπό

ΞΥΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗΣ-ΜΑΡΙΝΑΣ

Μουσικού-Φυσικού

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διδακτορικού Διπλώματος

Λάρισα, 2017

© 2017 Ξυνοπούλου Ελένη -Μαρίνα

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Ιατρικής της Σχολής Επιστημών Υγείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής (5^η/01-04-2009 ΓΣΕΣ):

**1^{ος} Εξεταστής
(Επιβλέπων)**

Δρ. Κωνσταντίνος Γουργουλιάνης
Καθηγητής Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

2^{ος} Εξεταστής

Δρ. Ζωή Δανιήλ
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

3^{ος} Εξεταστής

Δρ. Χρυσή Χατζόγλου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

4^{ος} Εξεταστής

Δρ. Χαράλαμπος Σκουλάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής Ωτορινολαρυγγολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

5^{ος} Εξεταστής

Δρ. Επαμεινώνδας Ζακυνθινός
Καθηγητής Εντατικής Θεραπείας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

6^{ος} Εξεταστής

Δρ. Κωνσταντίνος Πασιτιάδης
*Επίκουρος Καθηγητής τμήματος Μουσικών Σπουδών Αριστοτελείου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*

7^{ος} Εξεταστής

Δρ. Νικόλαος Ζαφρανάς
*Επίκουρος Καθηγητής τμήματος Μουσικών Σπουδών Αριστοτελείου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ουσιαστική συμμετοχή κάποιων ανθρώπων που αποτέλεσαν τους εμπνευστές και καθοδηγητές μου, αλλά και συνέδραμαν με τις υποδείξεις τους, τη συμμετοχή και την υπομονή τους και γι' αυτό τους ευχαριστώ θερμά. Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Πνευμονολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Κωνσταντίνο Ι. Γουργουλιάνη, που μου εμπιστεύτηκε το θέμα της διατριβής και μου παρείχε απλόχερα τα φώτα του στη δύσκολη αυτή πορεία.

Θερμές ευχαριστίες, επίσης, στα άλλα δύο μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, κυρίες Δανιήλ Ζωή, Αν. Καθηγήτρια του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και Χατζόγλου Χρυσή, Αν. Καθηγήτρια του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που με την καθοδήγηση και την επίβλεψή τους βοήθησαν να αντιμετωπιστούν όλες οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν, από τη συλλογή των δεδομένων της μελέτης έως και τη συγγραφή της διδακτορικής διατριβής. Ιδιαίτερα δε ευχαριστώ την κ. Καρέτση Ελένη, επιμελήτρια της πνευμονολογικής κλινικής και υπεύθυνη του εργαστηρίου εργοσπιρομετρίας, που με τις πολύτιμες υποδείξεις της συνέβαλε καθοριστικά στην επιτυχία του όλου εγχειρήματος. Ευχαριστώ επίσης τον κ. Σταύρου Βασίλειο για την προθυμία του και τη βοήθειά του στην (εργο)-σπιρομετρική μελέτη.

Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους μουσικούς και τους χορωδούς που πρόθυμα ανταποκρίθηκαν στο κάλεσμά μου για την εργαστηριακή εξέταση της αναπνευστικής τους λειτουργίας. Τέλος, ευχαριστώ μέσα από τα βάθη της καρδιάς μου τα παιδιά μου και τους φίλους που έδειξαν κατανόηση και μου συμπαραστάθηκαν πνευματικά και ηθικά σε οποιαδήποτε στιγμή τους χρειάστηκα.

Ελένη Ξυνοπούλου

ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ

Προσωπικά Στοιχεία

Όνομα: Ελένη-Μαρίνα Ξυνοπούλου

Ημερομηνία Γέννησης: 17 Ιουλίου 1962

Διεύθυνση: Στρατονικείας 32, ΤΚ 41336, Λάρισα

Τηλέφωνο: 6944607387

Email: lenaxyn@yahoo.gr

Οικ. Κατάσταση

Χήρα, μητέρα 2 φοιτητών

Σπουδές

1983: Πτυχίο Ωδικής. Εκπ. Ιδρυμα: Δημοτικό Ωδείο Λάρισας.

2002: Μεταπτυχιακή Επιμόρφωση 4 εξαμήνων, Θέμα: «Μουσικός Προγραμματισμός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Τεχνολογίας midi», Εκπ.Ιδρυμα: Δημοτικό Ωδείο Λάρισας

2002: Μεταπτυχιακή Επιμόρφωση 2 εξαμήνων, Θέμα: «Προγραμματισμός Η/Υ ηχοχρώματος midi με δειγματοληψία», Εκπ.Ιδρυμα: Δημοτικό Ωδείο Λάρισας

2005: Πτυχίο Φυσικού ,Σχολή Θετικών Επιστημών, Εκπ.Ιδρυμα: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

2006: Πιστοποίηση δεξιοτήτων και γνώσεων στις Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών Α' Επιπέδου

2005: Κρατικό πιστοποιητικό γλωσσομάθειας Αγγλικών επιπέδου Γ1

2012: Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Εξειδίκευσης. Θέμα: Πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας. Βαθμός: 9,22 άριστα. Τμήμα: Ιατρικής. Σχολή: Επιστημών υγείας. Εκπ. Ιδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

2012: Υποψήφια Διδάκτωρ. Θέμα: Αναπνευστική λειτουργία –εργοσπιρομετρία σε μονωδούς, χορωδούς και μουσικούς πνευστών οργάνων. Τμήμα: Ιατρικής. Σχολή: Επιστημών υγείας. Εκπ. Ιδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Εκπαιδευτική Υπηρεσία

1990-2008: Μόνιμη Καθηγήτρια Β/θμιας Εκπ/σης Κλάδου Π.Ε. 16 ΜΟΥΣΙΚΩΝ.

2003-2004: Μέλος του Προεδρείου της Ε.Λ.Μ.Ε. Ν. Λάρισας

2003-2006: Αναπληρωματικό μέλος του Εικαστικού Κέντρου Σύγχρονης Τέχνης του Δήμου Λαρισαίων

2004-2006: Μέλος του Νομαρχιακού Τμήματος της Α.Δ.Ε.Δ.Υ. Ν. Λάρισας. Μέλος και Αντιπρόεδρος στην Περιφερειακή Επιτροπή Ισότητας της Περιφέρειας Θεσσαλίας

2006-2008: Πρόεδρος του Δ.Σ της Ε.Λ.Μ.Ε. Ν. Λάρισας

2007-2010: Γραμματέας στο Δημοτικό Συμβούλιο Λάρισας

2007-2013: Δημοτική σύμβουλος στο Δήμο Λαρισαίων

2008- 2011: Σχολική σύμβουλος Π.Ε.16 (ΜΟΥΣΙΚΗΣ) Κεντρικής Μακεδονίας

2011-σήμερα: Σχολική σύμβουλος Π.Ε.16 (ΜΟΥΣΙΚΗΣ) Δυτικής Μακεδονίας

2009-2010 Μέλος στην Επιτροπή Βαθμολογικού Κέντρου ειδικών μαθημάτων Θεσσαλονίκης (Αρμονία και Έλεγχος Μουσικών Ακουστικών Ικανοτήτων)

2011-2013: Αντιδήμαρχος: ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΔΗΜΟΥ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ

2013: Πρόεδρος του Ν.Π. Σχολικές Επιτροπές Μονάδων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Δήμου Λαρισαίων

2014: Κύριο μέλος της καλλιτεχνικής επιτροπής μουσικών σχολείων του ΥΠΟΠΑΙΘ

2015 : Πρόεδρος της κεντρικής επιστημονικής ομάδας εργασίας στο πλαίσιο της πράξης «Αναβάθμιση Μουσικών και Καλλιτεχνικών Σχολείων» στον άξονα προτεραιότητας 2 με κωδικό MIS 45704 του Ε.Π. «Εκπαίδευση και δια Βίου Μάθηση» του Υ.ΠΟ.ΠΑΙ.Θ.

Επιστημονική δραστηριότητα

2010: Εισήγηση σε Διαθεματική ημερίδα Επιμόρφωσης. Θέμα: «Η συμβολή της Γαλλικής Γλώσσας και του Γαλλικού Πολιτισμού στην αναζήτηση της γνώσης σε διεπιστημονικό επίπεδο». Διοργάνωση: Αντιδημαρχία Πολιτισμού - Νεολαίας του Δήμου Θεσσαλονίκης

2010-2011: Επιμορφώτρια στην εισαγωγική επιμόρφωση.

2011: Ανακοίνωση σε Διεθνές Συνέδριο. Συντάκτες: Δημουλάς Κ., Τσιρούκης Α., Κανταράκη Σ., Λιόβας Δ., Δημουλάς Ε., Παπαδημητρίου Θ., Θυμούλια – Ξυνοπούλου Ε., Ζυγούρη Α., Βαϊνάς Κ., Φαρμάκης Ν. Θέμα: «Αδυναμία έκφρασης βιωμάτων σε εφήβους και παιδιά» Συνέδριο: 14ο ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

2015: Ελένη – Μαρίνα Ξυνοπούλου, Ελένη Καρέτση, Χρύσα Χατζόγλου, Ζωή β Δανιήλ, Κωνσταντίνος Γουργουλιάνης Αναπνευστική λειτουργία σε μονωδούς ,χορωδούς και μουσικούς πνευστών οργάνων» ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2016, 33(3):349-354

2016: Ksinopoulou Helen, Hatzoglou Chryssa, Daniil Zoe, Gourgoulisanis Konstantinos, Karetsi Helen. Respiratory function in vocal soloists, opera singers and wind instrument musicians, Med Lav (in press)

Σεμινάρια – συνέδρια

2003:Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Απλώνοντας ένα χέρι βοήθειας: Η Ανθρωπιστική βοήθεια στην Αυγή του 21ου αιώνα» Διοργάνωση: Υπουργείο Εξωτερικών.

2003: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Διαπολιτισμική παιδαγωγική και εκπαίδευση του πολίτη: από την περιχαράκωση στις κοινές ευρωπαϊκές αξίες». Διοργάνωση: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

2006: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Νέα αντίληψη και αποκέντρωση στην επιμόρφωση». Διοργάνωση: Υπουργείο Εσωτερικών, Δημόσιας διοίκησης και Αποκέντρωσης.

2006: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Οι νέοι ορίζοντες της φυσικής επιστήμης στον αιώνα μας». Διοργάνωση: Ένωση Ελλήνων Φυσικών.

2007: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Συνέδριο Ν.Λογοτεχνίας Μ. Καραγάτσης». Διοργάνωση: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

2008: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Ψυχο-παιδιά: Θέματα ανάπτυξης και προσαρμογής των παιδιών στην οικογένεια και το σχολείο». Διοργάνωση: Παιδαγωγικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2009:Επιμορφωτικό Σεμινάριο. Θέμα: «Διαφοροποιημένη Διδασκαλία». Διοργάνωση: Περιφερειακή Δ/νση Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης Κ. Μακεδονίας.

2009: Επιμορφωτικό σεμινάριο. Θέμα: «Διδασκαλία και μάθηση στο σύγχρονο ελληνικό σχολείο». Διοργάνωση: Περιφερειακή Δ/νση Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης Κ. Μακεδονίας.

2009: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «Περιφερειακό Σεμινάριο Συζητώντας για το σχολείο μας: το Σχολείο που ανήκουμε, που αγαπάμε, που ονειρευόμαστε. Προβληματισμοί και προτάσεις.». Διοργάνωση: Περιφερειακή Δ/νση Α/θμιας και Β/θμιας Εκπαίδευσης Κ. Μακεδονίας.

2009: Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης. Θέμα: «2^ο Παιδιατρικό Συμπόσιο Κεντρικής Ελλάδος». Διοργάνωση: Παιδιατρική Κλινική Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2010- Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης Θέμα: «Ένταξη μαθητών με διαταραχή στο φάσμα του αυτισμού, σύνδρομο Asperger στο Γενικό σχολείο». Διοργάνωση: Περιφ. Δ/νση Εκπ/σης Θεσσαλίας

2010:Πρόγραμμα Επιμόρφωσης και Μετεκπαίδευσης
Θέμα: «Όψεις του αρχαίου δράματος: θεωρητικές αναζητήσεις και πρακτικές Εφαρμογές». Διοργάνωση: Περιφερειακή Δ/νση Πρωτ/μιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κ. Μακεδονίας.

2011: Σεμινάριο:ΤΕΧΝΕΣ & ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ / Δημιουργικοί τρόποι εκμάθησης των γλωσσών (Arts and Education / Creative ways of learning foreign languages)
Θέμα: «Η γνώση του βιοψυχολογικού υπόβαθρου του παιδιού ως προϋπόθεση για τη μάθησή του» Συνδιοργάνωση: Εργαστήριο Τέχνης και Λόγου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ένωση Εκπαιδευτικών Μουσικής Αγωγής Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Τόπος: Αθήνα

2015: Επιμορφωτικό Σεμινάριο. Θέμα: «Επιμόρφωση σε θέματα επιστημονικής και παιδαγωγικής καθοδήγησης για την απόκτηση πιστοποιητικού καθοδηγητικής επάρκειας εκπαιδευτικών, Α/ΒΑΘΜΙΑΣ και Β/ΘΜΙΑΣ εκπαίδευσης»

Η παρούσα διατριβή αφιερώνεται στα παιδιά μου, Απόστολο και Αθανάσιο-Μάριο

«ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ -ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΣΕ ΜΟΝΩΔΟΥΣ, ΧΟΡΩΔΟΥΣ ΚΑΙ ΜΟΥΣΙΚΟΥΣ ΠΝΕΥΣΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ»

ΕΛΕΝΗ ΞΥΝΟΠΟΥΛΟΥ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Ιατρικής, 2017

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1.Δρ. Κωνσταντίνος Γουργουλιάνης, Καθηγητής Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

2.Δρ. Ζωή Δανιήλ, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

3.Δρ. Χρυσή Χατζόγλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πνευμονολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Περίληψη

Εισαγωγή: Οι τρέχουσες μελέτες δεν έχουν ακόμη καταλήξει σε οριστικά συμπεράσματα σχετικά με τις επιπτώσεις του επαγγελματικού παιξίματος των πνευστών μουσικών οργάνων και του χορωδιακού τραγουδιού στην αναπνευστική λειτουργία. Επίσης δεν έχει ακόμα πραγματοποιηθεί μια διεξοδική εκτίμηση της καρδιο-αναπνευστικής λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένης της εργοσπιρομετρίας, των μουσικών πνευστών οργάνων και των τραγουδιστών της όπερας/χορωδών.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει την αναπνευστική λειτουργία σε μουσικούς πνευστών οργάνων, χορωδούς και τραγουδιστές της όπερας, σε σύγκριση με μια ομάδα ελέγχου υγιών ατόμων.

Υλικό και Μέθοδος: Η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 45 άνδρες και 35 γυναίκες, από τους οποίους 58 ήταν τραγουδιστές της όπερας/χορωδοί και σολίστ και 22 μουσικοί πνευστών οργάνων. Οι ογδόντα συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου ήταν όλοι μη καπνιστές, υγιή άτομα, αντιστοίχου ηλικίας και φύλου με την πειραματική ομάδα. Η σπιρομέτρηση πραγματοποιήθηκε με ένα ξηρό σπιρόμετρο, σύμφωνα με τις συστάσεις της Αμερικανικής Θωρακικής Εταιρείας. Η αναπνευστική λειτουργία μελετήθηκε περαιτέρω με καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης σε μια πειραματική ομάδα από 7 άνδρες και 8 γυναίκες και σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου των 8 ανδρών και 7 γυναικών. Στην πειραματική ομάδα, όλοι οι άνδρες ήταν μουσικοί πνευστών οργάνων, ενώ 5 γυναίκες ήταν χορωδοί και 3 μουσικοί πνευστών οργάνων.

Αποτελέσματα: Η μέση ηλικία της πειραματικής ομάδας ήταν 47,9 (15,5) έτη για τους άνδρες και 46,6 (16,8) έτη για τις γυναίκες. Η πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου διέφερε στατιστικά σημαντικά στις τιμές των FVC και FEV1 ($p < 0,01$) και στις τιμές της PEF (p= 0.001). Όσον αφορά την αναλογία FEV1 / FVC, στατιστικά σημαντικές διαφορές ανιχνεύθηκαν μόνο στις γυναίκες ($p = 0.001$, για τις προβλεπόμενες τιμές). Στη μελέτη της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας η μέση ηλικία των ατόμων της ομάδας ελέγχου ήταν $33,6 \pm 7,4$ έτη, ενώ η μέση ηλικία της πειραματικής ομάδας ήταν $36,0 \pm 7,7$ έτη. Όσον αφορά τα αμιγώς σπιρομετρικά ευρήματα στους άνδρες, η ομάδα ελέγχου είχε καλύτερες τιμές συγκριτικά με τους πνευστούς σε όλες τις παραμέτρους με τις τιμές της FEV να διαφέρουν οριακά στατιστικά σημαντικά ($p = 0,046$). Στις γυναίκες, συνέβη το αντίθετο: σε όλες τις σπιρομετρικές τιμές, μουσικοί πνευστών είχαν καλύτερες

επιδόσεις σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, με τις τιμές της FEV₁ να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($p = 0,038$).

Συμπέρασμα: Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης παρέχουν αποδείξεις ότι η επαγγελματική ενασχόληση με πνευστό μουσικό όργανο ή μονωδία έχουν ευεργετικές επιδράσεις στην αναπνευστική λειτουργία. Τα ευρήματα από την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία δείχνουν μια χειρότερη επίδοση κατά τη διάρκεια της άσκησης στους άνδρες μουσικούς πνευστών οργάνων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και μια ελαφρώς καλύτερη επίδοση στις γυναίκες μουσικούς πνευστών οργάνων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Στην προσπάθεια να ερμηνεύσει κανείς αυτά τα φαινομενικά αντιφατικά αποτελέσματα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι συνήθειες καπνίσματος των μουσικών (ήταν όλοι συστηματικοί καπνιστές) και η μέση ηλικία των ομάδων. Μεγάλες διαφορές σχετικά με την καρδιοαναπνευστική λειτουργία, εάν υπάρχουν, μπορεί να γίνονται εμφανείς μετά από πολλά χρόνια και μπορεί να μην προκύπτουν προς το παρόν, ενώ οποιαδήποτε προστατευτική δράση της ενασχόλησης με τα πνευστά μπορεί να μην αναδεικνύεται. Τα αποτελέσματα στις γυναίκες, αν επιβεβαιωθούν σε διαμήκη βάση, μπορούν να υποστηρίξουν τις προηγούμενες εικασίες σχετικά με την ευεργετική επίδραση της μονωδίας και του παιξίματος των πνευστών οργάνων στην αναπνευστική λειτουργία. Αντίθετα, η δυσμενής επίδραση του καπνίσματος στην αναπνευστική λειτουργία μπορεί να αναιρέσει οποιαδήποτε ευεργετική επίδραση του παιχνιδιού στους άνδρες. Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά της ανάγκης, να διερευνηθεί περαιτέρω η καρδιοαναπνευστική λειτουργία των πνευστών και χορωδών σε μεγάλες σειρές και σε προοπτικές μελέτες. Μια λεπτομερής εξέταση της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας μουσικών μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με το πώς ορισμένες σωματικές ασκήσεις μπορούν να επηρεάσουν την αναπνοή και τη φυσική κατάσταση. Πρέπει να εξεταστούν επίσης και τυχόν μελλοντικές θεραπευτικές εφαρμογές, καθώς και το αν μια καλύτερη αναπνευστική λειτουργία προδικάζει και καλύτερη απόδοση στους μουσικούς και τους χορωδούς.

Λέξεις-κλειδιά: Μουσική, πνευστά όργανα, χορωδοί, όπερα, πνεύμονες, λειτουργία, αναπνευστικό σύστημα

Abstract

Introduction: Current studies have not yet reached any definitive conclusions regarding the impact of choir singing and professionally playing wind instruments on an individual's respiratory function. A thorough estimation of the cardio-respiratory function of wind instrument players and opera singers, including cardiopulmonary exercise testing (*ergospirometry*) has not been performed yet.

Objective: The purpose of this research was to investigate the respiratory function of wind instrument players, choristers and opera singers in comparison with a control group of healthy individuals.

Methods: The experimental group comprised forty-four (45) men and thirty-five (35) women, of whom fifty-eight (58) people were opera singers and vocal soloists, whereas the rest twenty-two (22) were wind instrument players. The control group consisted of eighty (80) participants, who all were non-smokers, healthy individuals, matched for age and sex with the experimental group members. The spirometry was performed by the means of a dry spirometer, on the basis of the American Thoracic Society recommendations. The respiratory function was further studied through cardiopulmonary exercise testing in a group of seven (7) men and eight (8) women and compared with a control group of eight (8) men and seven (7) women. In the experimental group, all men were wind instrument players, while five (5) women were opera singers and three (3) were wind instrument players.

Results: The mean age in the experimental group was 47.9 (15.5) years old for men and 46.6 (16.8) for women. There was a significant statistical difference regarding the FVC and FEV1 values ($p < 0.01$) as well as the PEFR values ($p = 0.001$) between the control and the experimental group. Regarding the FEV1/FVC ratio, statistically significant differences were detected only in women ($p = 0.001$, for predicted values). In the cardiopulmonary testing study, the mean age of the control group subjects was 33.6 ± 7.4 years, while the mean age in the experimental group was 36.0 ± 7.7 years. Regarding the purely spirometric findings in men, the participants in the control group performed better than the wind instrument players in all the parameters, while the FEV values in the two groups marginally differed in terms of statistical significance ($p = 0,046$). The results obtained for women were exactly the opposite: in all spirometric values, the wind

players/singers performed better than those in the control group and there was a significant statistical difference in the FEV₁ values ($p=0.038$).

Conclusion: The spirometry findings of the present study provide evidence that the professional involvement with a wind musical instrument or monody may have a beneficial impact on the respiratory function. The cardiorespiratory testing findings indicate a worse performance during exercise in male wind players/singers compared with the control group members and a slightly better performance in female wind players/singers compared with the respective members in the control group. In an attempt to interpret these apparently conflicting results, the musicians' smoking habits (who all were regular smokers) and the mean age of the groups should be taken into account. If any noticeable differences regarding the cardiorespiratory function (i.e a clear decline) actually exist, these might become evident after many years and not at present, while any protective action of wind playing/singing may not be detected at all. The results for females could support the previous speculations about the beneficial impact of wind instrument playing or opera singing on the respiratory function, provided they are confirmed on a longitudinal basis. On the contrary, the deteriorating effect of smoking on the respiratory function may reverse any beneficial effect of wind instrument playing in men. The results are indicative of the necessity to further study the cardiorespiratory function of wind players and opera singers in large cohorts and on a long-term basis. A detailed examination of the musicians' cardiorespiratory function may provide valuable information on how certain physical exercises could affect respiration and physical fitness. What should also be examined is whether any future treatments as well as a better respiratory function could possibly conduce to the musicians and singers' improved performance.

Key -words: Music, wind instruments, opera, singers, lungs, function, respiratory system

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	11
Abstract	13
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	16
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΤΩΤΕΡΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ	20
1.1 Τραχεία -Βρόγχοι.....	20
1.2 Πνεύμονες.....	22
1.3 Η μηχανική της αναπνοής.....	28
1.4 Η λειτουργία των αναπνευστικών μυών και οι μεταβολές των πνευμόνων κατά την αναπνευστικές κινήσεις.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ	35
2.1 Η μηχανική του αερισμού των πνευμόνων	35
2.2 Το μηχανικό έργο της αναπνοής	39
2.3 Η σπιρομέτρηση.....	41
2.4 Η επίδραση της άσκησης στους μυς και στην απόδοσή τους	47
2.4.1 Η σημασία της προπόνησης με άσκηση μεγίστης αντίστασης.....	47
2.4.2 Η υπερτροφία των μυών.	47
2.4.3 Η επίδραση του καπνίσματος στον αερισμό των πνευμόνων κατά τη μυϊκή δραστηριότητα	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Η ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΟΥΣ ΜΟΥΣΙΟΥΣ ΠΝΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΟΡΩΔΟΥΣ/ΜΟΝΩΔΟΥΣ.....	50
3.1 Γενικά	50
3.2 Μουσικοί πνευστών οργάνων	51
3.3 Χορωδοί - μονωδοί.....	55
3.4 Η ευεργετική επίδραση της μουσικής στις αναπνευστικές παθήσεις.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ.....	63
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	69
5.1 Σκοπός	69
5.2 Δείγμα και Διαδικασία.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	72
6.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ	72
6.2 Εργοσπιρομετρία.....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	94

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

«Η μουσική ηρεμεί την ψυχή και γιατρεύει την καρδιά», όπως λένε. Όταν οι κλασικοί τραγουδιστές και οι καθηγητές φωνητικής ερωτώνται «τι χρειάζεσαι για να τραγουδήσεις καλά;», η λίστα των απαντήσεων ξεκινάει σχεδόν πάντα με την απάντηση «καλή αναπνοή». Όμως, παρά τη σκληρή και πολύπλευρη δουλειά εξακολουθεί να υπάρχει ένα μεγάλο χάσμα μεταξύ της έρευνας της αναπνοής στο τραγούδι και της επιρροής της στο στούντιο διδασκαλίας. Υπάρχουν τρεις κύριοι λόγοι γι' αυτή την έλλειψη αλληλεπίδρασης. Καταρχάς, οι καθηγητές φωνητικής συχνά θεωρούν ότι είναι δύσκολη η πρόσβαση σε έννοιες, τεχνικές και στον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στις μελέτες για την αναπνοή. Αυτή η έλλειψη εξοικείωσης καθιστά δύσκολη για τους εκπαιδευτικούς την ερμηνεία και την εφαρμογή των ευρημάτων της έρευνας στο στούντιο. Δεύτερον, το πεδίο εφαρμογής του «συστήματος αναπνοής», όπως αυτό θεωρείται, είναι συχνά πολύ στενό, παραμελώντας την αναπνευστική συμβολή των στοιχείων που συνδέονται άμεσα με την αναπνοή. Τέλος, το να αντιλαμβάνεται κανείς την αναπνοή απλώς ως παροχή αέρα για τη φώνηση αναιρεί τον ρόλο της ως σύνδεσμο μεταξύ φώνησης, συναισθήματος και μουσικής γραμμής, ένα ρόλο που είναι ζωτικής σημασίας στο τραγούδι και στη διδασκαλία του. Αυτό έχει οδηγήσει ορισμένες παιδαγωγικές προσεγγίσεις να απορρίπτουν τις μελέτες ως μη ρεαλιστικές.

Η αναπνοή κατέχει έναν κεντρικό ρόλο ως ενδιάμεσο μεταξύ φώνησης, συναισθήματος και μουσικής. Ωστόσο οι εκπαιδευτές, οι οποίοι ευχαρίστως συζητούν όσον αφορά τα μέρη, το φορμάντο του τραγουδιστή καθώς και τη σχέση μεταξύ του θυρεοαρυταινοειδή και του κρικοθυρεοειδή μυ, δεν έχουν κάτι να πουν όσον αφορά την ανάκρουση, τη συνεισφορά του όγκου του θώρακα ή το επίπεδο εκπνοής κατά την ανάπαυση. Η ανάλυση της λειτουργίας ενός συστήματος του οργανισμού μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία. Σήμερα, ισχυροί ηλεκτρονικοί υπολογιστές και φθηνά λογισμικά προσφέρουν στους καθηγητές φωνητικής την ευκαιρία να βιώσουν από πρώτο χέρι πώς αυτά σχετίζονται με τη διδασκαλία τους και τον τραγουδιστή που στέκεται μπροστά τους. Ωστόσο, ο εξοπλισμός για τη μέτρηση της αναπνοής είναι επί του παρόντος εξειδικευμένος, βαρύς και δαπανηρός, και λίγοι καθηγητές έχουν την ευκαιρία να τον χρησιμοποιήσουν επικουρικά στη μάθηση. Ωστόσο η πρόοδος στην

τεχνολογία εντοπισμού με αισθητήρα, που τροφοδοτείται από την τεράστια βιομηχανία διασκέδασης και εικονικής πραγματικότητας, καθιστά όλο και πιο πιθανό μελλοντικά η πρόσβαση στη μέτρηση της αναπνοής να γίνει τόσο εύκολη όσο είναι η ακουστική μέτρηση σήμερα. Η ευκαιρία να παίξουν με αναπνευστική εγγραφή θα παρέχει ένα εντυπωσιακό εργαλείο μάθησης, αλλά θα προϋποθέτει οι εκπαιδευτικοί να αποκτήσουν μια εκτίμηση της πειθαρχίας της αναπνευστικής έρευνας, ακριβώς όπως πολλοί έχουν αποκτήσει μια εκτίμηση της ακουστικής. Ευτυχώς, μια βασική κατανόηση της ανάλυσης αναπνοής δεν είναι δύσκολο να αποκτηθεί και προσφέρει στους καθηγητές φωνητικής πρόσβαση σε μελέτες που απαντούν απευθείας στις ερωτήσεις τους.

Εκτός από τους χορωδούς-σολίστες σε καθημερινή άσκηση του αναπνευστικού τους συστήματος υποβάλλονται και οι επαγγελματίες μουσικοί πνευστών οργάνων. Ένα πνευστό όργανο παράγει ήχο μέσω μιας στήλης αέρα που δονείται. Όταν ο μουσικός φυσάει μέσα από το επιστόμιο, αυτό δονεί τον αέρα που στη συνέχεια δημιουργεί μουσικό ήχο. Τα πνευστά όργανα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: ξύλινα και χάλκινα. Τα χάλκινα δημιουργούν ήχο μέσω της ταλάντωσης των χειλιών του μουσικού στο επιστόμιο. Τα ξύλινα πνευστά όργανα παράγουν ήχο ρυθμίζοντας το μήκος της στήλης αέρα που δονείται. Το κλαρινέτο είναι ένα παράδειγμα ξύλινου πνευστού οργάνου και παίζεται φυσώντας αέρα απευθείας στην άκρη του οργάνου. Η γκάιντα είναι ένα άλλο όργανο που ανήκει επίσης στην οικογένεια των πνευστών οργάνων. Το κλειδί βρίσκεται στην ισχύ του πνεύμονα που ευθύνεται για το παίξιμο της γκάιντας. Οι τεχνικές που εμπλέκονται στο παίξιμο των πνευστών μουσικών οργάνων είναι η τεχνική της αναπνοής και η τεχνική του δακτυλισμού για τον έλεγχο του τόνου.

Η εύλογη υπόθεση είναι πως η επαγγελματική ενασχόληση με τα πνευστά μουσικά όργανα και τη μονωδία επιδρά θετικά στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, εφόσον αποτελεί έναν τρόπο συνεχούς εξάσκησής του. Το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι η βελτιωμένη αναπνευστική λειτουργία τόσο των μουσικών πνευστών οργάνων όσο και των μονωδών. Οι υπάρχουσες μελέτες δεν έχουν καταλήξει σε οριστικά συμπεράσματα ως προς την επίδραση που έχει η επαγγελματική ενασχόληση με πνευστό μουσικό όργανο ή τη μονωδία στην αναπνευστική λειτουργία. Διαπιστώνονται βέβαια επιδράσεις στο αναπνευστικό σύστημα, οι οποίες στην πλειονότητά τους είναι ευεργετικές και αφορούν κυρίως στη ζωτική χωρητικότητα και στη μέγιστη εκπνευστική

ροή. Ωστόσο, σημαντικές διαφορές στις μεθοδολογικές προσεγγίσεις των σχετικών μελετών μπορεί να ευθύνονται για την έλλειψη ομοφωνίας ως προς τις επιδράσεις στο αναπνευστικό σύστημα. Σε κάθε περίπτωση επισημαίνεται η ευρύτερη ευεργετική επίδραση της συστηματικής ενασχόλησης με τη μουσική στη γενική κατάσταση υγείας του ανθρώπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΤΩΤΕΡΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ

1.1 Τραχεία - Βρόγχοι

Η τραχεία είναι ένας σωλήνας με μήκος περίπου 13cm. Διαθέτει ινοελαστικό τοίχωμα μέσα στο οποίο βρίσκονται χόνδρινα ημικρίκια, που αποτελούνται από υαλοειδή χόνδρο και χρησιμεύουν για να διατηρείται ο αυλός της τραχείας ανοικτός. Η τραχεία ξεκινά στον τράχηλο κάτω από τον κρικοειδή χόνδρο στο ύψος του σώματος του 6^{ου} αυχενικού σπονδύλου. Τελειώνει μέσα στη θωρακική κοιλότητα στο ύψος της στερνικής γωνίας (κάτω χείλος του 4^{ου} θωρακικού σπονδύλου), όπου διακλαδίζεται σε δεξιό και αριστερό κύριο βρόγχο. Κατά τη βαθιά εισπνοή ο διχασμός της τραχείας κατεβαίνει μέχρι το επίπεδο του 6^{ου} θωρακικού σπονδύλου [1,2]. Οι σχέσεις της τραχείας στο άνω μεσοθωράκιο είναι οι ακόλουθες:

Πρόσθιες

Το στέρνο, ο θύμος, η αριστερή ανώνυμη φλέβα, η αρχή του βραχιονοκεφαλικού στελέχους (ανώνυμης αρτηρίας) και της αριστερής κοινής καρωτίδας και το αορτικό τόξο.

Οπίσθιες

Ο οισοφάγος και το αριστερό παλίνδρομο (κάτω) λαρυγγικό νεύρο.

Δεξιές πλάγιες

Η άξυγη φλέβα, το δεξιό πνευμονογαστρικό νεύρο και ο υπεζωκότας.

Αριστερές πλάγιες

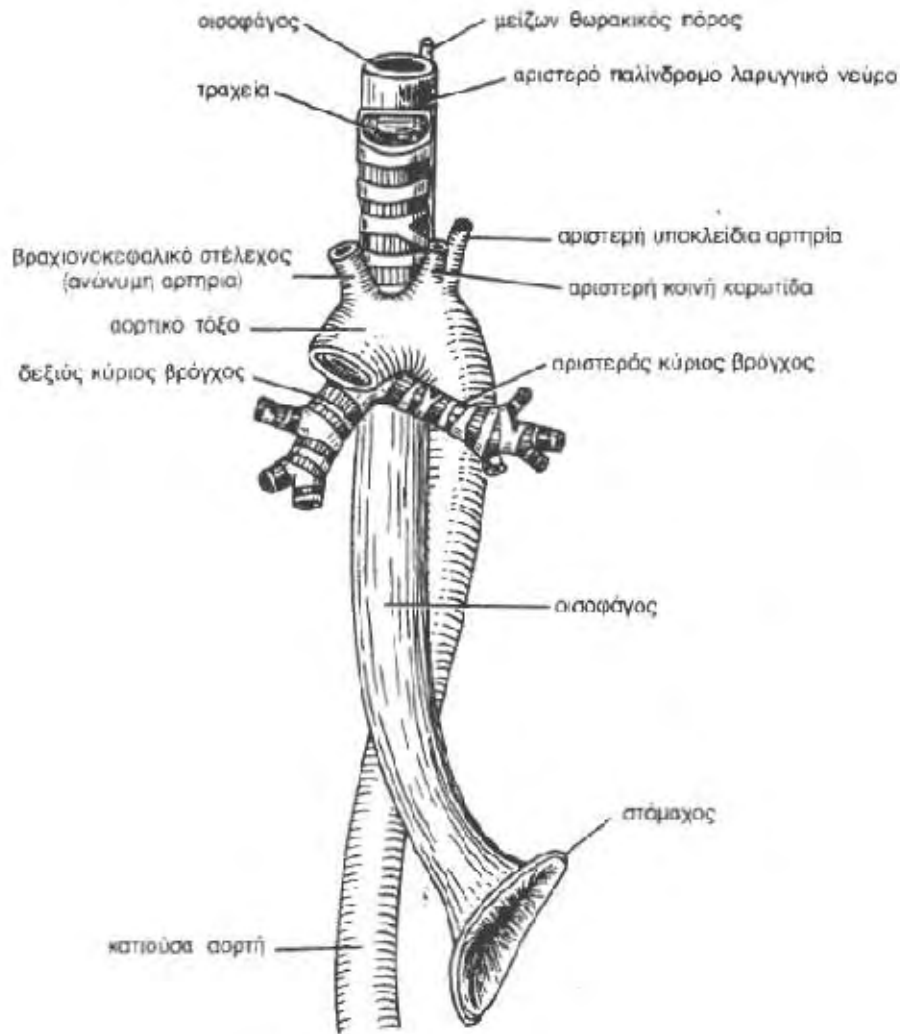
Το αορτικό τόξο, η αριστερή κοινή καρωτίδα και η αριστερή υποκλείδια αρτηρία, το αριστερό πνευμονογαστρικό νεύρο, το αριστερό φρενικό νεύρο και ο υπεζωκότας.

Κύριοι βρόγχοι

Ο δεξιός κύριος βρόγχος είναι ευρύτερος, βραχύτερος και φέρεται πιο κάθετα από τον αριστερό. Έχει μήκος 2,5 cm περίπου. Προτού εισέλθει στην πύλη του δεξιού πνεύμονα χορηγεί τον άνω λοβαίο βρόγχο. Μετά την είσοδό του στην πύλη χορηγεί το βρόγχο του μέσου και το βρόγχο του κάτω λοβού.

Ο αριστερός κύριος βρόγχος είναι πιο στενός, μακρύτερος και φέρεται πιο

οριζόντια από το δεξιό και έχει μήκος 5 cm περίπου. Φέρεται προς τα αριστερά, κάτω από το αορτικό τόξο και μπροστά από τον οισοφάγο. Με την είσοδό του στην πύλη του αριστερού πνεύμονα υποδιαιρείται στον άνω και τον κάτω λοβαίο βρόγχο (βρόγχο του άνω και βρόγχο του κάτω λοβού)[1].



Εικ. 1. Θωρακική μοίρα της τραχείας. Ο δεξιός κύριος βρόγχος είναι ευρύτερος και σε πιο ευθεία συνέχεια της τραχείας, συγκρινόμενος με τον αριστερό. Απεικονίζεται επίσης ο διχασμός της τραχείας, όπως φαίνεται εκ των άνω.

Πηγή: Snell, Κλινική Ανατομική.

1.2 Πνεύμονες

Στον ζώντα οι δύο πνεύμονες είναι μαλακοί και σπογγώδους σύστασης. Είναι πολύ ελαστικοί και, εάν διανοιγεί η θωρακική κοιλότητα, τότε αμέσως συρρικνώνονται στο 1/3 και λιγότερο του όγκου τους. Στην παιδική ηλικία έχουν ρόδινο χρώμα, αλλά με την πάροδο της ηλικίας αποκτούν σκοτεινότερη χροιά και είναι στικτοί λόγω της εισπνοής μορίων σκόνης, τα οποία παγιδεύονται από τα φαγοκύτταρα του πνεύμονα. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στους κατοίκους των μεγάλων πόλεων και στους ανθρακωρύχους. Οι πνεύμονες βρίσκονται δεξιά και αριστερά από το μεσοπνευμόνιο. Χωρίζονται ο ένας από τον άλλο με την καρδιά τα μεγάλα αγγεία και άλλα όργανα του μεσοπνευμονίου. Καθένας από τους δύο πνεύμονες έχει σχήμα κωνικό και καλύπτεται από περισπλάγγνιο υπεζωκότα. Προσφύεται στο μεσοθωράκιο με τη ρίζα του και έτσι κρέμεται μέσα στη σύστοιχη κοιλότητά του υπεζωκότα [1,2].

Κάθε πνεύμονας εμφανίζει μια αμβλεία κορυφή, η οποία προέχει προς τα άνω στον τράχηλο περί τα 2,5 cm ύπερθεν της κλείδας, μια κυρτή πλευρική επιφάνεια, η οποία αντιστοιχεί στο θωρακικό τοίχωμα, και μια υπόκοιλη μεσοπνευμόνια επιφάνεια, η οποία προσαρμόζεται στο περικάρδιο και τα άλλα όργανα του μεσοπνευμονίου. Περίπου στη μεσότητα αυτής της επιφάνειας βρίσκεται η πύλη του πνεύμονα, που είναι και η θέση εισόδου στον πνεύμονα των βρόγχων, αγγείων και νεύρων, τα οποία αποτελούν τη ρίζα του πνεύμονα [1,2].

Το πρόσθιο χείλος είναι λεπτό και υπερκαλύπτει από μπροστά την καρδιά, θέση όπου στον αριστερό πνεύμονα δημιουργείται η καρδιακή εντομή. Το οπίσθιο χείλος είναι αμβλύ και φέρεται δίπλα στην σπονδυλική στήλη [1].

Λοβοί και σχισμές

Ο δεξιός πνεύμονας είναι ελαφρώς μεγαλύτερος από τον αριστερό και με τη λοξή και την οριζόντια μεσολόβια σχισμή υποδιαιρείται σε τρεις λοβούς, τον άνω, το μέσο και τον κάτω λοβό. Η λοξή (μεσολόβια) σχισμή φέρεται από το κάτω χείλος προς τα άνω και πίσω τόσο κατά την πλευρική όσο και κατά την έσω επιφάνεια μέχρις ότου δημιουργήσει εντομή στο οπίσθιο χείλος, περί τα 6,25 cm κάτω από την κορυφή. Η οριζόντια σχισμή (οριζόντιος κλάδος της μεσολόβιας σχισμής) υπάρχει μόνο στο δεξιό πνεύμονα και

πορεύεται οριζόντια προς τα πίσω στην πλευρική επιφάνεια στο ύψος του 4^{ου} πλευρικού χόνδρου, για να συναντήσει τη λοξή σχισμή στη μέση μασχαλιαία γραμμή. Έτσι δημιουργείται ο μέσος λοβός, τριγωνικού σχήματος που αφορίζεται από την οριζόντια και τη λοξή σχισμή. Ο αριστερός πνεύμονας με παρόμοια λοξή (μεσολόβια) σχισμή υποδιαιρείται σε δύο λοβούς, τον άνω και κάτω λοβό. Δε διαθέτει οριζόντια σχισμή [1,2].

Βρογχοπνευμονικά τμήματα

Κάθε λοβιαίος βρόγχος, ο οποίος φέρεται σε ένα λοβό του πνεύμονα, χορηγεί κλάδους που ονομάζονται τμηματικοί βρόγχοι. Κάθε τμηματικός βρόγχος φέρεται σε ένα ανατομικώς και λειτουργικώς ανεξάρτητο τμήμα του λοβού που ονομάζεται βρογχοπνευμονικό τμήμα. Ένα βρογχοπνευμονικό τμήμα έχει πυραμοειδές σχήμα με την κορυφή στραμμένη προς την ρίζα του πνεύμονα. Κάθε βρογχοπνευμονικό τμήμα περιβάλλεται από στρώμα συνδετικού ιστού και εκτός από τον (τμηματικό) βρόγχο του δέχεται κλάδο της πνευμονικής αρτηρίας και φλέβας, βρογχικά αγγεία λεμφαγγεία και νεύρα του αυτόνομου νευρικού συστήματος [1,2]. Τα βρογχοπνευμονικά τμήματα σε κάθε πνεύμονα είναι τα ακόλουθα:

Δεξιός πνεύμονας

Άνω λοβός

- Κορυφαίο
- Οπίσθιο
- Πρόσθιο

Μέσος λοβός

- Έξω
- Έσω

Κάτω λοβός

- Κορυφαίο
- Έσω βασικό
- Πρόσθιο βασικό
- Έξω βασικό
- Οπίσθιο βασικό

Αριστερός πνεύμονας

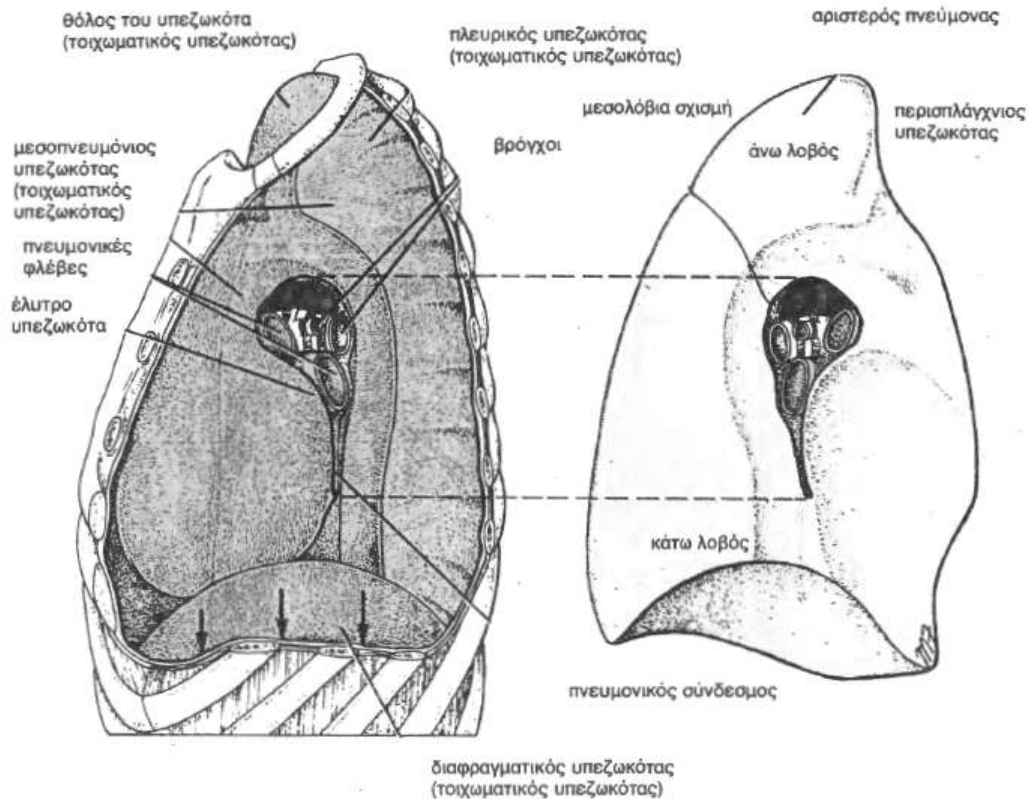
Ανω λοβός

- Κορυφαίο
- Οπίσθιο
- Πρόσθιο
- Άνω (γλωσσίδα)
- Κάτω (γλωσσίδα)

Κάτω λοβός

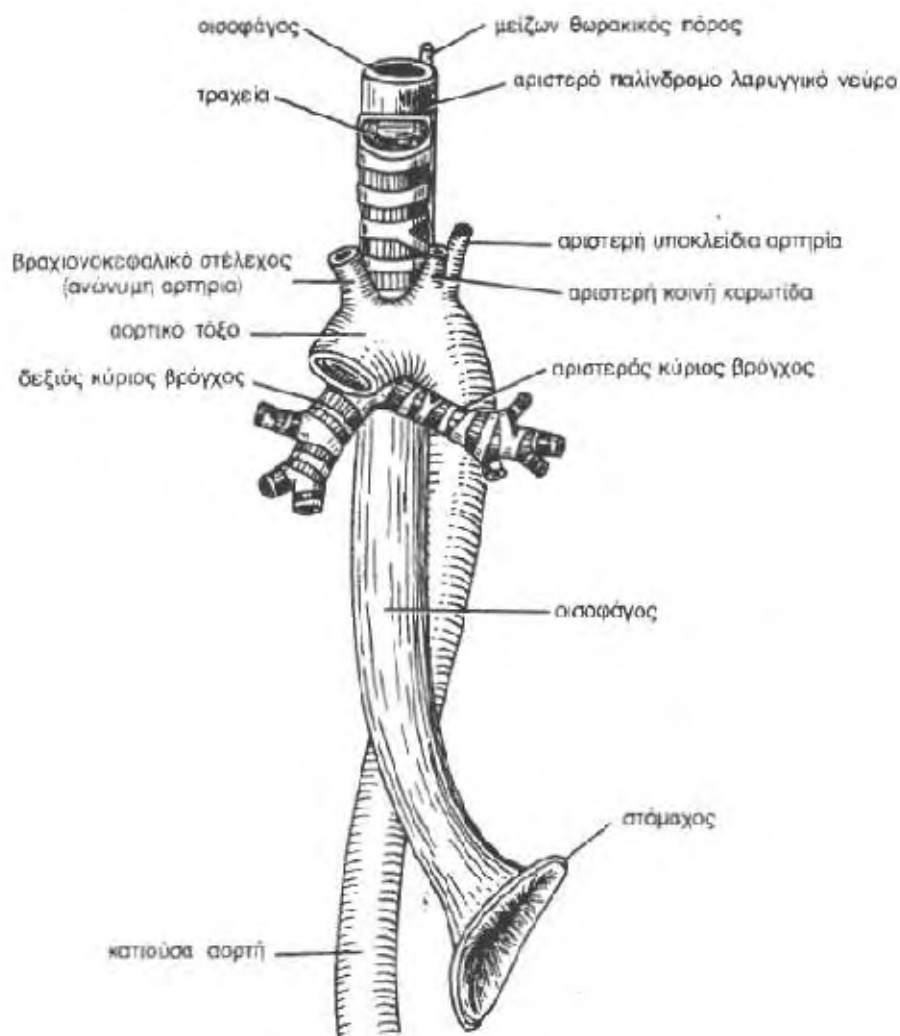
- Κορυφαίο
- Έσω βασικό
- Πρόσθιο βασικό
- Έξω βασικό
- Οπίσθιο βασικό

Η γενική διάταξη των βρογχοπνευμονικών τμημάτων είναι πολύ σημαντική από κλινική άποψη. Η ρίζα του πνεύμονα σχηματίζεται από δομές που εισέρχονται ή εξέρχονται από τη πύλη του πνεύμονα. Αποτελείται από τον κύριο βρόγχο, την πνευμονική αρτηρία, τις πνευμονικές φλέβες, λεμφαγγεία, βρογχικά αγγεία και νεύρα. Περιβάλλεται από σωληνώδες έλυτρο του υπεζωκότα ο οποίος μεταβαίνει από το μεσοπνευμόνιο τοιχωματικό υπεζωκότα στον περισπλάχνιο υπεζωκότα που περιβάλλει το σύστοιχο πνεύμονα [1,2].



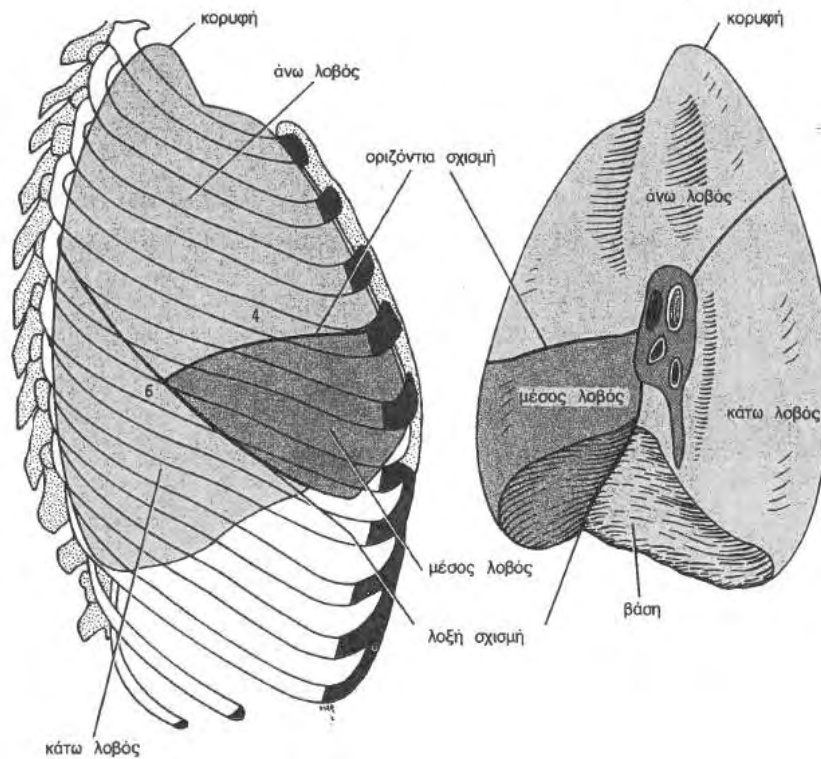
Εικ. 2. Οι μοίρες του τοιχωματικού υπεζωκότα. Παρατηρείται το περίγραμμα του υπεζωκότα (στικτές γραμμές) που περιβάλλει τα στοιχεία που εισέρχονται και εξέρχονται στη ρίζα του αριστερού πνεύμονα. Στη θέση αυτή ο τοιχωματικός μεταβαίνει στον περισπλάγχνιο υπεζωκότα. Τα βέλη δείχνουν τη θέση του πλευροδιαφραγματικού κολπώματος.

Πηγή: Snell, Κλινική Ανατομική.



Εικ. 1. Θωρακική μοίρα της τραχείας. Ο δεξιός κύριος βρόγχος είναι ευρύτερος και σε πιο ευθεία συνέχεια της τραχείας, συγκρινόμενος με τον αριστερό. Απεικονίζεται επίσης ο διχασμός της τραχείας, όπως φαίνεται εκ των άνω.

Πηγή: Snell, Κλινική Ανατομική.



Εικ. 2. Έξω και έσω επιφάνεια του δεξιού πνεύμονα.

Πηγή: Snell, Κλινική Ανατομική.

Αγγείωση των πνευμόνων

Οι βρόγχοι και οι κλάδοι τους αρδεύονται από τις βρογχικές αρτηρίες, οι οποίες είναι κλάδοι της θωρακικής αορτής. Οι αρτηρίες αυτές επίσης αρδεύουν το συνδετικό ιστό του πνεύμονα και τον περισπλάγγνιο υπεζωκότα. Οι βρογχικές φλέβες, οι οποίες αναστομώνονται με τις πνευμονικές φλέβες, εκβάλλουν στην άζυγο και τις ημιάζυγες φλέβες.

Οι κυψελίδες παραλαμβάνουν φλεβικό (αποξυγονωμένο) αίμα από τους τελικούς κλάδους των πνευμονικών αρτηριών. Το οξυγονωμένο αίμα που εγκαταλείπει τα κυψελιδικά τριχοειδή φέρεται μέσα στους κλάδους των πνευμονικών φλεβών, οι οποίες ακολουθούν το συνδετικό ιστό που βρίσκεται στα διαφράγματα μεταξύ των βρογχοπνευμονικών τμημάτων ως τη ρίζα του πνεύμονα. Από τη ρίζα κάθε πνεύμονα εξέρχονται δύο πνευμονικές φλέβες [2.3].

Λεμφική αποχέτευση των πνευμόνων

Τα λεμφαγγεία σχηματίζουν ένα επιπολής και ένα εν τω βάθει πλέγμα. Το επιπολής πλέγμα βρίσκεται κάτω από τον περισπλάγχνιο υπεζωκότα, ενώ το εν τω βάθει πλέγμα πορεύεται κατά μήκος των βρόγχων και των πνευμονικών αρτηριών από την περιφέρεια προς την πύλη του πνεύμονα (ή τη ρίζα του πνεύμονα). Τα λεμφαγγεία του εν τω βάθει πλέγματος εκβάλλουν στα πνευμονικά λεμφογάγγλια που βρίσκονται μέσα στον πνεύμονα κοντά στην πύλη του.

Η λέμφος από τα πνευμονικά λεμφογάγγλια και από το επιπολής πλέγμα εκβάλλει στα βρογχοπνευμονικά λεμφογάγγλια της πύλης. Ακολούθως η λέμφος εκβάλλει στα βρογχομεσοπνευμόνια στελέχη. Τα δύο στελέχη αριστερό και δεξιό, ανεβαίνουν εκατέρωθεν της τραχείας και εκβάλλουν στην ανώνυμη φλέβα ή το μείζονα θωρακικό πόρο ή τον ελάσσονα θωρακικό πόρο [1,2].

Νεύρωση των πνευμόνων

Στη ρίζα κάθε πνεύμονα βρίσκεται το πνευμονικό πλέγμα που αποτελείται από φυγόκεντρες και κεντρομόλες αυτόνομες νευρικές ίνες. Το πλέγμα σχηματίζεται από κλάδους του συμπαθητικού στελέχους και δέχεται επίσης παρασυμπαθητικές ίνες από το πνευμονογαστρικό νεύρο. Οι συμπαθητικές φυγόκεντρες νευρικές ίνες προκαλούν βρογχοδιαστολή και αγγειοσυστολή. Οι παρασυμπαθητικές φυγόκεντρες νευρικές ίνες προκαλούν συστολή των βρόγχων αγγειοδιαστολή και αύξηση της έκκρισης των αδένων.

Κεντρομόλα ερεθίσματα που αρχίζουν από το βλεννογόνο των βρόγχων και από τα σεοϋποδοχείς των κυψελιδικών τοιχωμάτων φέρονται προς το κεντρικό νευρικό σύστημα με τα συμπαθητικά και τα παρασυμπαθητικά νεύρα[2,3]

1.3 Η μηχανική της αναπνοής

Η αναπνοή περιλαμβάνει δύο φάσεις: την εισπνοή και την εκπνοή, οι οποίες επιτυγχάνονται με τη διαδοχική αύξηση και ελάττωση της χωρητικότητας της θωρακικής κοιλότητας. Ο ρυθμός της αναπνοής είναι περίπου 16-20 κατά λεπτό στο φυσιολογικό

άτομο σε κατάσταση ηρεμίας. Ο ρυθμός είναι ταχύτερος στα παιδιά και βραδύτερος στα ηλικιωμένα άτομα.

Εισπνοή

Εισπνοή σε κατάσταση ηρεμίας

Η θωρακική κοιλότητα μπορεί να παρομοιαστεί με ένα κουτί που εμφανίζει μία μόνο είσοδο στην κορυφή του. Η είσοδος είναι ένας σωλήνας που αντιστοιχεί στην τραχεία. Η χωρητικότητα του κουτιού αυτού μπορεί να αυξηθεί, αν αυξηθούν όλες του οι διαμέτροι, πράγμα που θα έχει ως αποτέλεσμα αέρας υπό ατμοσφαιρική πίεση να εισέλθει στο κουτί μέσα από το σωλήνα [1].

Κάθετη διάμετρος

Θεωρητικά η οροφή θα μπορούσε να ανυψωθεί και το έδαφος να κατέβει χαμηλότερα. Η οροφή σχηματίζεται από τη μεμβράνη του Sibson και παραμένει σταθερή. Από την άλλη πλευρά το έδαφος σχηματίζεται από το ευκίνητο διάφραγμα. Όταν το διάφραγμα συστέλλεται οι θόλοι του αποπλατύνονται και το επίπεδο του διαφράγματος κατέρχεται.

Προσθιοπίσθια διάμετρος

Όταν οι προς τα κάτω επικλινείς πλευρές ανυψωθούν αντίστοιχα προς τα στερνικά πέρατά τους, τότε η προσθιοπίσθια διάμετρος της θωρακικής κοιλότητας αυξάνεται και το κατώτερο τμήμα του στέρνου προβάλλει προς τα εμπρός. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σταθεροποίηση της πρώτης πλευράς η οποία γίνεται με τη συστολή των σκαληνών μυών. Με τον τρόπο αυτό όλες οι πλευρές φέρονται προς τα άνω προς την πρώτη πλευρά και συμπλησιάζουν η μία την άλλη.

Εγκάρσια διάμετρος

Οι πλευρές συντάσσονται μπροστά με το στέρνο, μέσω των πλευρικών χόνδρων και προς τα πίσω με τη σπονδυλική στήλη. Επειδή οι πλευρές ακολουθούν καμπύλη πορεία προς τα κάτω και εμπρός γύρω από το τοίχωμα του θώρακα μοιάζουν με το χερούλι ενός κουβά. Συνεπώς, αν οι πλευρές ανυψωθούν (όπως το χερούλι του κουβά) τότε η εγκάρσια διάμετρος της θωρακικής κοιλότητας θα αυξηθεί. Αυτό πράγματι μπορεί να επιτευχθεί με τη σταθεροποίηση της πρώτης πλευράς και την ανύψωση των άλλων

πλευρών που επιτυγχάνεται με τη συστολή των μεσοπλευρίων μυών [2,3].

Ένας πρόσθετος παράγοντας που δεν πρέπει να παραβλέπεται είναι το αποτέλεσμα που έχει η κάθοδος του διαφράγματος προς τα κοιλιακά σπλάγχνα και επίσης ο μυϊκός τόνος των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Καθώς κατά τη διάρκεια της εισπνοής το διάφραγμα κατέρχεται, η ενδοκοιλιακή πίεση βαθμιαία αυξάνεται. Αυτή η αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης αντισταθμίζεται από αντίστοιχη χαλάρωση των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Έρχεται όμως μια στιγμή που η περαιτέρω χαλάρωση των κοιλιακών μυών δεν είναι δυνατή και τότε το ήπαρ και τα άλλα σπλάγχνα της άνω κοιλίας δρουν ως πλατφόρμα που αντιστέκεται στην περαιτέρω κάθοδο του διαφράγματος. Αν τώρα η συστολή του διαφράγματος συνεχισθεί τότε το τενόντιο κέντρο του υποστηρίζεται από τα κοιλιακά όργανα, ενώ οι μυϊκές ίνες του συνεχίζουν να βραχύνονται εξαιτίας της συστολής και έτσι βοηθούν τους μεσοπλευρίους μυς στην ανύψωση των κατώτερων πλευρών [1,4,5].

Εκτός από το διάφραγμα και τους μεσοπλευρίους μυς και άλλοι λιγότερο σημαντικοί μύες συστέλλονται κατά τη διάρκεια της εισπνοής και βοηθούν την ανύψωση των πλευρών. Στους μυς αυτούς περιλαμβάνονται οι ανελκτήρες μύες των πλευρών και οι οπίσθιοι άνω οδοντωτοί μύες [1,3].

1.4 Η λειτουργία των αναπνευστικών μυών και οι μεταβολές των πνευμόνων κατά τις αναπνευστικές κινήσεις

Βίαιη εισπνοή

Κατά τη βαθιά βίαιη εισπνοή η χωρητικότητα της θωρακικής κοιλότητας αυξάνεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Κάθε μυς που μπορεί να προκαλέσει ανύψωση των πλευρών, περιλαμβανομένων του πρόσθιου σκαληνού, του μέσου σκαληνού και του στερνοκλειδομαστοειδούς μυός, ενεργοποιείται. Σε περιπτώσεις εργώδους αναπνοής όλοι αυτοί οι μύες ενεργούν εντονότερα και παράλληλα οι ωμοπλάτες σταθεροποιούνται με την ενέργεια του τραπεζοειδούς μυός, του ανελκτήρα της ωμοπλάτης και των ρομβοειδών μυών επιτρέποντας έτσι στον πρόσθιο οδοντωτό και τον ελάσσονα θωρακικό μυ να ανέλκουν τις πλευρές. Αν τα άνω άκρα σταθεροποιηθούν σε ένα τραπέζι ή στην πλάτη μιας καρέκλας, τότε και η στερνική έκφυση του μείζονος θωρακικού μυός μπορεί να υποβοηθήσει τη λειτουργία της εισπνοής [1,6,7].

Μεταβολές του πνεύμονα κατά την εισπνοή

Κατά την εισπνοή η ρίζα του πνεύμονα κατέρχεται και το επίπεδο του διχασμού της τραχείας μπορεί να κατέλθει κατά δύο σπονδύλους. Οι βρόγχοι επιμηκύνονται και διευρύνονται και τα κυψελιδικά τριχοειδή αγγεία διευρύνονται βοηθώντας έτσι την πνευμονική κυκλοφορία. Αέρας εισέρχεται στο βρογχικό δένδρο ως αποτέλεσμα της θετικής ατμοσφαιρικής πίεσης, που ασκείται διαμέσου της ανώτερης αναπνευστικής οδού και της αρνητικής πίεσης που ασκείται στην έξω επιφάνεια των πνευμόνων ως αποτέλεσμα της αυξημένης χωρητικότητας της θωρακικής κοιλότητας. Με τη διάταση των πνευμόνων ο ελαστικός ιστός στα τοιχώματα των βρόγχων καθώς επίσης και ο συνδετικός ιστός διατείνονται. Καθώς το διάφραγμα κατέρχεται, το πλευροδιαφραγματικό κόλπωμα της κοιλότητας του υπεζωκότα διευρύνεται και τα κάτω χείλη των πνευμόνων κατέρχονται και φθάνουν σε χαμηλότερο επίπεδο [1,6,8].

Εκπνοή

Εκπνοή σε κατάσταση ηρεμίας

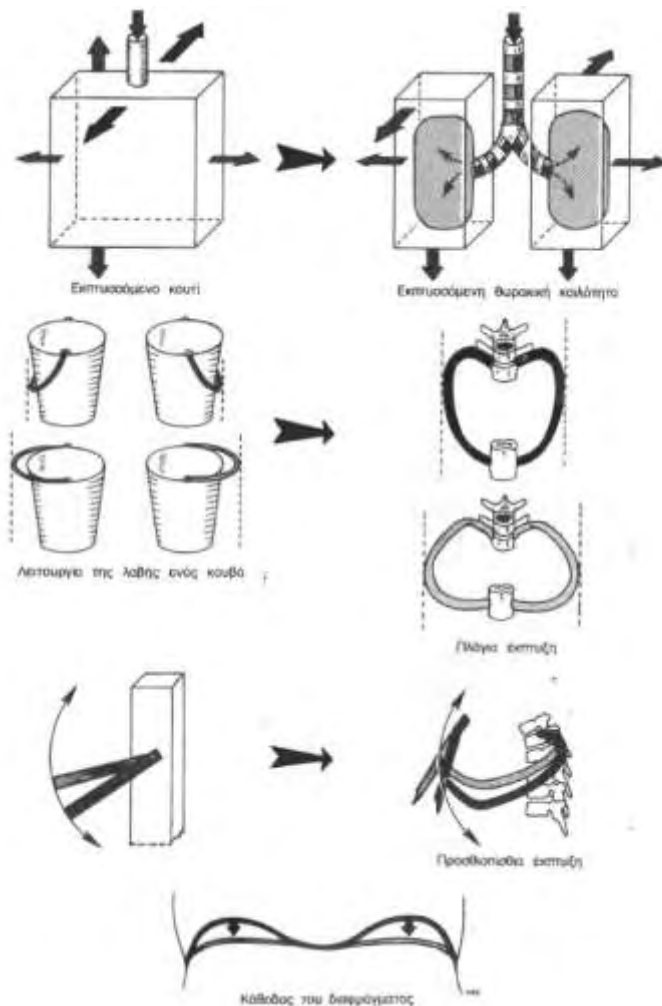
Η ήρεμη εκπνοή είναι σε μεγάλο βαθμό παθητικό φαινόμενο, που οφείλεται στην ελαστικότητα των πνευμόνων, τη χαλάρωση των μεσοπλεύριων μυών και του διαφράγματος και την αύξηση του τόνου των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την προς τα άνω ώθηση του διαφράγματος. Οι κάτω οπίσθιοι οδοντωτοί μύες έχουν κάποιο μικρό ρόλο έλκοντας προς τα κάτω τις κατώτερες πλευρές [1,7].

Βίαιη εκπνοή

Η βίαιη εκπνοή είναι ενεργητική διεργασία η οποία επιτυγχάνεται με την έντονη σύσπαση των μυών του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος. Ο τετράγωνος οσφυϊκός μυς συσπάται επίσης και έλκει προς τα κάτω τις δωδέκατες πλευρές. Είναι δυνατόν κατά την βίαιη εκπνοή μερικοί από τους μεσοπλεύριους μυς να συσπώνται προκαλώντας κάθοδο και συμπλησίαση των πλευρών. Ο κάτω οπίσθιος οδοντωτός και ο πλατύς ραχιαίος μυς μπορούν επίσης να έχουν μικρό ρόλο στη βίαιη εκπνοή[1].

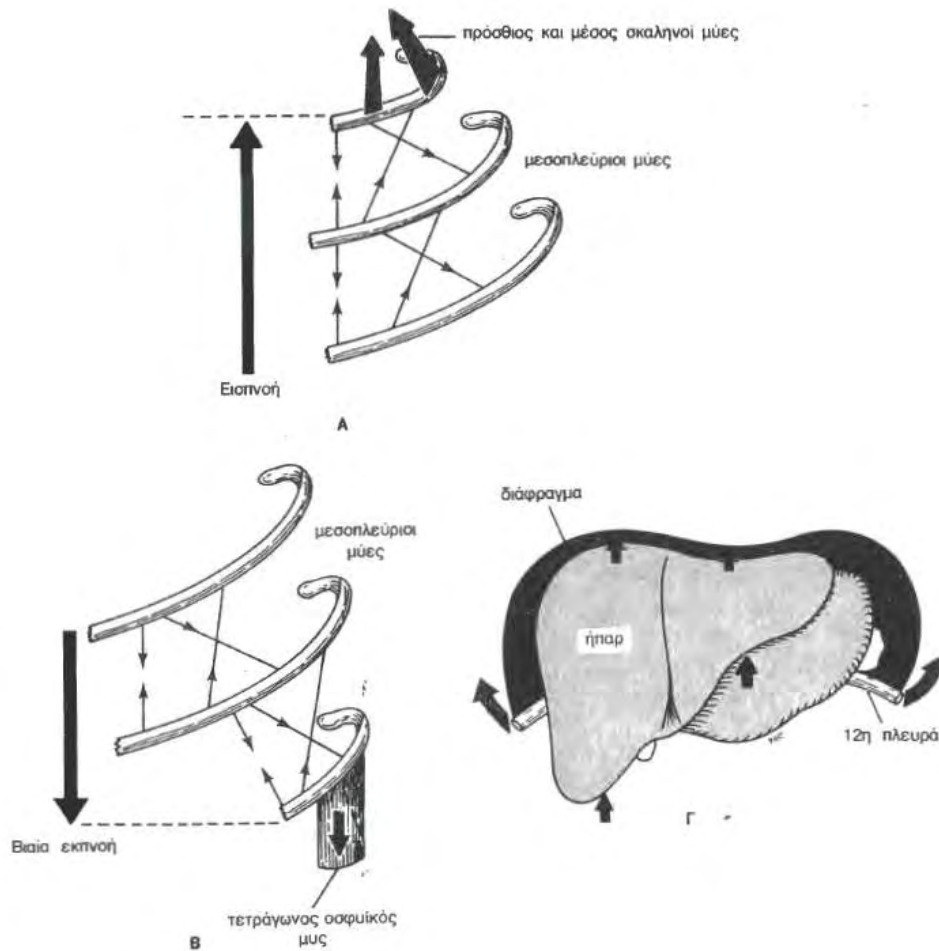
Μεταβολές του πνεύμονα κατά την εκπνοή

Οι ρίζες των πνευμόνων και το σημείο διχασμού της τραχείας ανέρχονται κατά την εκπνοή. Οι βρόγχοι βραχύνονται και συσπώνται. Ο ελαστικός ιστός των πνευμόνων και το σημείο διχασμού της τραχείας ανέρχονται. Ο ελαστικός ιστός των πνευμόνων επανέρχεται στη θέση που είχε πριν την εισπνοή και το μέγεθος των πνευμόνων μικραίνει. Με την προς τα πάνω κίνηση του διαφράγματος όλο και μεγαλύτερες περιοχές του διαφραγματικού και πλευρικού υπεζωκότα έρχονται σε στενή σχέση και το μέγεθος του πλευροδιαφραγματικού κοιλώματος ελαττώνεται. Τα κατώτερα χείλη των πνευμόνων συρρικνώνονται και ανέρχονται σε ψηλότερο επίπεδο [1,3,7].



Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση των αναπνευστικών κινήσεων.

Πηγή: Snell, Κλινική Ανατομική.



Σχήμα 2. Α) Οι μεσοπλευρικοί μύες ανέλκουν τις πλευρές κατά την εισπνοή. Οι σκαληνοί μύες καθηλώνουν την πρώτη πλευρά ή κατά τη βίαια εισπνοή ανέλκουν την πρώτη πλευρά. (Β) Οι μεσοπλευρικοί μύες χρησιμοποιούνται κατά τη βίαιη εκπνοή με την προϋπόθεση ότι η δωδέκατη πλευρά είναι καθηλωμένη ή καθέλκεται με την ενέργεια των κοιλιακών μυών. (Γ) Το ήπαρ παρέχει υποστήριγμα στο διάφραγμα
 Πηγή: Snell, Κλινική Ανατομική.

Τύποι αναπνοής

Στα βρέφη και στα μικρά παιδιά οι πλευρές είναι σχεδόν οριζόντιες. Έτσι η αύξηση της χωρητικότητας της θωρακικής κοιλότητας κατά την εισπνοή βασίζεται κυρίως στην κάθοδο του διαφράγματος. Επειδή αυτό συνοδεύεται από σημαντική μετακίνηση του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος προς τα έσω, η αναπνοή σ' αυτή την ηλικία αναφέρεται ως κοιλιακός τύπος αναπνοής.

Μετά το δεύτερο έτος της ηλικίας οι πλευρές ακολουθούν πιο λοξή πορεία και ο τύπος της αναπνοής στην ηλικία αυτή είναι ο ίδιος με τον τύπο αναπνοής του ενηλίκου. Είναι ενδιαφέρον ότι στον ενήλικο υπάρχει διαφορά στον τύπο των αναπνευστικών κινήσεων μεταξύ των δύο φύλων. Η γυναίκα τείνει να βασίζεται περισσότερο στις κινήσεις των πλευρών παρά στην κάθοδο του διαφράγματος κατά την εισπνοή. Αυτό αναφέρεται ως θωρακικός τύπος αναπνοής. Αντίθετα ο άνδρας χρησιμοποιεί και τον θωρακικό και τον κοιλιακό τύπο αναπνοής, αλλά κυρίως τον κοιλιακό τύπο αναπνοής [1].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

2.1 Η μηχανική του αερισμού των πνευμόνων

Οι μύες που προκαλούν την έκπτυξη και τη σύμπτυξη των πνευμόνων

Οι πνεύμονες είναι δυνατό να εκπτύσσονται και να συμπτύσσονται με δύο τρόπους: (α) με την κάθοδο και την άνοδο του διαφράγματος, με αποτέλεσμα την επιμήκυνση και τη βράχυνση της θωρακικής κοιλότητας και (β) με την ανύψωση και την κάθοδο των πλευρών με αποτέλεσμα την αύξηση και την ελάττωση της προσθιοπίσθιας διαμέτρου της θωρακικής κοιλότητας. Φυσιολογικά οι ήρεμες αναπνευστικές κινήσεις επιτελούνται σχεδόν αποκλειστικά με τον πρώτο από τους παραπάνω τρόπους δηλαδή με την κίνηση του διαφράγματος. Κατά την εισπνοή με την συστολή του διαφράγματος η κάτω επιφάνεια των πνευμόνων έλκεται προς τα κάτω. Στη συνέχεια κατά την εκπνοή το διάφραγμα απλώς παύει να συστέλλεται, οπότε η ελαστική επαναφορά των πνευμόνων του θωρακικού τοιχώματος και των ενδοκοιλιακών στοιχείων συμπίεζουν τους πνεύμονες. Εντούτοις, κατά τις έντονες αναπνευστικές κινήσεις οι ελαστικές δυνάμεις δεν είναι αρκετά ισχυρές ώστε να προκαλούν την απαραίτητη ταχεία εκπνοή. Γι' αυτό και η επιπρόσθετη δύναμη που απαιτείται παρέχεται με τη συστολή των κοιλιακών μυών με αποτέλεσμα την ώθηση του περιεχομένου της κοιλίας προς τα άνω δηλαδή την ανύψωση του διαφράγματος [3,7,8].

Ο δεύτερος τρόπος για την έκπτυξη των πνευμόνων είναι η ανύψωση του θωρακικού κλωβού. Με αυτό τον τρόπο οι πνεύμονες εκπτύσσονται γιατί, στη φυσιολογική θέση ηρεμίας, οι πλευρές έχουν κλίση προς τα κάτω και έτσι επιτρέπεται στο στήθος να οπισθοχωρεί προς την κατεύθυνση της σπονδυλικής στήλης. Όταν όμως ο πλευρικός κλωβός ανυψώνεται οι πλευρές κατευθύνονται σχεδόν προς τα εμπρός, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση και του στήθους προς την ίδια κατεύθυνση, μακριά από την σπονδυλική στήλη. Με αυτόν τον τρόπο η προσθιοπίσθια διάμετρος του θώρακα αυξάνεται κατά 20% περίπου κατά τη διάρκεια της μέγιστης εισπνευστικής κίνησης σε σύγκριση με τη θέση εκπνοής. Γι' αυτό, οι μύες που ανυψώνουν το θωρακικό κλωβό χαρακτηρίζονται ως εισπνευστικοί μύες, ενώ εκείνοι που κατεβάζουν το θωρακικό κλωβό χαρακτηρίζονται ως εκπνευστικοί μύες. Οι κυριότεροι μύες που ανυψώνουν τον πλευρικό κλωβό είναι οι έξω μεσοπλευριοί μύες. Υπάρχουν όμως και άλλοι επικουρικοί

εισπνευστικοί μύες, οι ακόλουθοι: (α) οι στερνοκλειδομαστοειδείς μύες, οι οποίοι ανυψώνουν το στέρνο, (β) οι πρόσθιοι οδοντωτοί μύες, οι οποίοι ανυψώνουν πολλές από τις πλευρές και (γ) οι σκαληνοί μύες, οι οποίοι ανυψώνουν τις δύο πρώτες πλευρές.

Οι μύες που καθέλκουν τον πλευρικό κλωβό κατά την εκπνοή είναι: (α) οι ορθοί κοιλιακοί μύες, οι οποίοι έλκουν με δύναμη προς τα κάτω τις κατώτερες πλευρές ενώ συγχρόνως μαζί με άλλους κοιλιακούς μυς εξασκούν πίεση στα κοιλιακά σπλάχνα με αποτέλεσμα την ανύψωση του διαφράγματος και (β) οι έσω μεσοπλεύριοι.

Προς τα αριστερά, οι πλευρές κατά την εκπνοή στρέφονται προς τα πρόσω και κάτω, ενώ οι έξω μεσοπλεύριοι μύες βρίσκονται σε κατάσταση χάλασης και με την κατεύθυνση προς τα πρόσω και κάτω. Κατά την συστολή τους έλκουν τις ανώτερες πλευρές προς τα πρόσω σε σχέση με τις κατώτερες πλευρές και με αυτόν τον τρόπο εξασκείται δύναμη στις πλευρές για την ανύψωσή τους με αποτέλεσμα την εισπνοή. Οι έσω μεσοπλεύριοι ενεργούν ακριβώς με τον αντίθετο τρόπο δηλαδή ως εκπνευστικοί μύες, γιατί εκτείνονται μεταξύ των πλευρών κατά την αντίθετη κατεύθυνση και προκαλούν ακριβώς την αντίθετη κίνηση [1,8].

Η διακίνηση του αέρα μεταξύ ατμόσφαιρας και πνευμόνων και οι πιέσεις που προκαλούν αυτή την κίνηση.

Οι πνεύμονες έχουν ελαστικότητα η οποία προκαλεί την σύμπτωσή τους σαν μπαλόνι και την έξοδο όλου του αέρα που περιέχουν μέσα από την τραχεία, όταν δεν υπάρχει καμιά δύναμη που να τους διατηρεί φουσκωμένους. Επίσης δεν υπάρχουν σημεία σύνδεσης μεταξύ των πνευμόνων και του θωρακικού τοιχώματος εκτός από το σημείο των πυλών των πνευμόνων από το μεσοπνευμόνιο. Οι πνεύμονες «επιπλέουν» μέσα στη θωρακική κοιλότητα, όπου περιβάλλονται από μια πολύ λεπτή στοιβάδα πλευριτικού υγρού που χρησιμεύει ως λιπαντικό για τις κινήσεις τους μέσα στη θωρακική κοιλότητα. Επιπρόσθετα με τη συνεχή άντληση αυτού του υγρού προς τα λεμφαγγεία διατηρείται μια ελαφρά αναρροφητική δύναμη μεταξύ του σπλαχνικού και του τοιχωματικού πετάλου του υπεζωκότα. Με τον τρόπο αυτό οι δύο πνεύμονες διατηρούνται προσκολλημένοι στο θωρακικό τοίχωμα σαν να ήταν κολλημένοι σ' αυτήν την επιφάνεια, μπορούν όμως να διολισθαίνουν ελεύθερα με καλή λίπανση κατά τη διεύρυνση και τη στένωση της θωρακικής κοιλότητας [1,7,9].

Η ενδοθωρακική πίεση και οι μεταβολές της κατά τις αναπνευστικές κινήσεις

Η ενδοθωρακική πίεση είναι η πίεση που επικρατεί μέσα στον σχισμοειδή χώρο που υπάρχει μεταξύ των δύο πετάλων του υπεζωκότα. Φυσιολογικά υπάρχει μια μικρή αναρρόφηση, δηλαδή η πίεση αυτή είναι ελαφρά αρνητική. Η φυσιολογική ενδοθωρακική πίεση κατά την έναρξη της εισπνοής είναι περίπου -5 εκατοστόμετρα υδατικής στήλης που αντιστοιχεί στη δύναμη που απαιτείται για τη διατήρηση των πνευμόνων ανοικτών στο επίπεδο ηρεμίας τους. Στη συνέχεια κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής εισπνοής, η διερεύνηση του θωρακικού κλωβού έλκει την επιφάνεια των πνευμόνων με ακόμα μεγαλύτερη δύναμη και δημιουργεί ακόμα περισσότερο αρνητική πίεση που φτάνει, κατά μέσον όρο στα -7,5 εκατοστόμετρα υδατικής στήλης [7,9].

Η ενδοπνευμονική (ή ενδοκυψελιδική) πίεση

Η ενδοπνευμονική πίεση είναι η πίεση του αέρα μέσα στις κυψελίδες των πνευμόνων. Όταν η γλωττίδα παραμένει ανοικτή χωρίς να διακινείται αέρας προς τα έσω ή προς τα έξω, οι πιέσεις σε όλα τα τμήματα του αναπνευστικού δένδρου μέχρι και τις κυψελίδες είναι ακριβώς ίσες προς την ατμοσφαιρική πίεση, η οποία θεωρείται ως 0 εκατοστόμετρα υδατικής στήλης. Προκειμένου να υπάρξει ροή αέρα προς τους πνεύμονες κατά την εισπνοή, η πίεση μέσα στις κυψελίδες πρέπει να ελαττώνεται σε τιμή ελαφρά μικρότερη από την ατμοσφαιρική. Κατά την εισπνοή παρατηρείται μια ελάττωση της ενδοπνευμονικής πίεσης κατά -1 εκατοστόμετρο υδατικής στήλης περίπου κατά τη φυσιολογική εισπνοή. Αυτή η πολύ ελαφρά αρνητική πίεση επαρκεί για τη μετακίνηση του 0,5 λίτρου αέρα περίπου προς τους πνεύμονες μέσα σε χρονικό διάστημα 2sec που απαιτούνται για την εισπνοή [7,9].

Κατά τη διάρκεια της εκπνοής συμβαίνουν οι αντίθετες μεταβολές: η ενδοπνευμονική πίεση αυξάνεται στο +1 εκατ. υδατικής στήλης και με αυτόν τον τρόπο 0,5 λίτρου αέρα εκδιώκεται από τους πνεύμονες κατά τη διάρκεια των 2 ή 3sec που απαιτούνται για την εκπνοή.

Η διαπνευμονική πίεση

Ως διαπνευμονική πίεση ορίζεται η διαφορά πίεσης μεταξύ των κυψελίδων και της εξωτερικής επιφάνειας των πνευμόνων. Στην ουσία αποτελεί μέτρο των ελαστικών δυνάμεων στους πνεύμονες, οι οποίοι τείνουν να προκαλέσουν τη σύμπτωση των πνευμόνων σε κάθε σημείο της έκπτυξής τους και δημιουργούν την πίεση επαναφοράς.

Η ενδοτικότητα των πνευμόνων

Ενδοτικότητα των πνευμόνων ονομάζεται ο βαθμός κατά τον οποίο οι πνεύμονες εκπτύσσονται ανά μονάδα αύξησης της διαπνευμονικής πίεσης. Η φυσιολογική ολική ενδοτικότητα και των δύο πνευμόνων μαζί στο μέσο ενήλικα άνθρωπο είναι περίπου 200ml/cm υδατικής στήλης. Όταν η διαπνευμονική πίεση αυξάνεται κατά 1 cm υδατικής στήλης, ο όγκος των πνευμόνων αυξάνεται κατά 200ml.

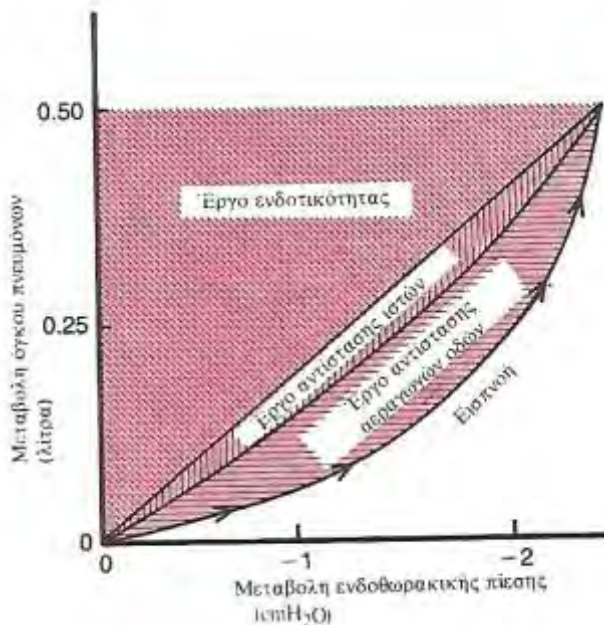
Οι ελαστικές δυνάμεις του πνευμονικού ιστού καθορίζονται κατά κύριο λόγο από τις ίνες ελαστίνης και κολλαγόνου που διαπλέκονται μέσα στο παρέγχυμα των πνευμόνων. Στον πνεύμονα που βρίσκεται σε θέση σύμπτωσης αυτές οι ίνες βρίσκονται σε κατάσταση μερικής συστολής και συσπείρωσης, ενώ στον πνεύμονα που βρίσκεται σε θέση έκπτυξης οι ίνες βρίσκονται σε κατάσταση μερικής έκτασης και μερικής αποσυσπείρωσης με συνέπεια την επιμήκυνσή τους [1,3,9].

Οι ελαστικές δυνάμεις που προκαλούνται από την επιφανειακή τάση είναι περισσότερο σύνθετες. Εντούτοις αυτές αντιπροσωπεύουν τα δύο τρίτα περίπου των ολικών ελαστικών δυνάμεων που ασκούνται στους φυσιολογικούς πνεύμονες. Οι διαπνευμονικές πιέσεις που απαιτούνται για την έκπτυξη των πνευμόνων, όταν είναι γεμάτοι με αέρα είναι περίπου τριπλάσιες από εκείνες που απαιτούνται για την έκπτυξη των πνευμόνων, όταν είναι γεμάτοι με φυσιολογικό διάλυμα χλωριούχου νατρίου. Από αυτό συμπεραίνεται ότι οι ελαστικές δυνάμεις των ιστών, οι οποίες τείνουν να προκαλέσουν σύμπτωση των πνευμόνων που είναι γεμάτοι με αέρα, αντιπροσωπεύουν μόνο το ένα τρίτο της ολικής ελαστικότητας των πνευμόνων, ενώ οι δυνάμεις της επιφανειακής τάσης αντιπροσωπεύουν περίπου τα δύο τρίτα. Επίσης οι ελαστικές δυνάμεις της επιφανειακής τάσης των πνευμόνων μεταβάλλονται σε πολύ μεγάλο βαθμό, όταν η ουσία που ονομάζεται επιφανειοδραστικός παράγοντας, ελλείπει από το υγρό που επαλείφει τις κυψελίδες [9].

2.2 Το μηχανικό έργο της αναπνοής

Σημειώνεται ότι κατά τη φυσιολογική ήρεμη αναπνοή μυϊκή συστολή επιτελείται μόνο κατά τη διάρκεια της εισπνοής, ενώ η εκπνοή αποτελεί εντελώς παθητική διεργασία που προκαλείται με την ελαστική επαναφορά των πνευμόνων και των δομικών στοιχείων του θωρακικού κλωβού. Έτσι οι αναπνευστικοί μύες φυσιολογικά επιτελούν μηχανικό έργο μόνο για την πραγματοποίηση της εισπνοής και καθόλου για την εκπνοή [9].

Το μηχανικό έργο της εισπνοής έχει τρεις συνιστώσες: (α) το έργο που απαιτείται για την έκπτυξη των πνευμόνων έναντι της ελαστικότητάς τους, που ονομάζεται έργο ενδοτικότητας ή ελαστικό έργο, (β) το έργο που απαιτείται για την υπερνίκηση του ιξώδους των πνευμόνων και των στοιχείων του θωρακικού τοιχώματος, που ονομάζεται έργο αντίστασης των ιστών, και (γ) το έργο που απαιτείται για την υπερνίκηση της αντίστασης των αεραγωγών οδών κατά τη διακίνηση του αέρα προς τους πνεύμονες, που ονομάζεται έργο αντίστασης αεραγωγών (σχήμα 3) [9].



Σχήμα 3. Το μηχανικό έργο της αναπνοής.

Πηγή: Guyton, Ιατρική Φυσιολογία.

Η σκιασμένη περιοχή με τη σειρά της διαιρείται σε τρία διαφορετικά τμήματα, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα τρία διαφορετικά έργα που επιτελούνται κατά τη διάρκεια της εισπνοής και αναλύονται παρακάτω:

Το έργο ενδοτικότητας. Η σκιασμένη με στίγματα περιοχή αντιπροσωπεύει το έργο ενδοτικότητας που απαιτείται για την έκπτυξη των πνευμόνων έναντι των ελαστικών δυνάμεων. Υπολογίζεται ως το γινόμενο του όγκου της έκπτυξης και της μέσης πίεσης που απαιτείται για την πρόκληση της έκπτυξης.

Το έργο αντίστασης των ιστών. Η επιφάνεια που παριστάνεται με κάθετες γραμμές είναι ανάλογη προς το έργο που απαιτείται για την υπερνίκηση του ιξώδους των πνευμόνων και του θωρακικού κλωβού.

Το έργο αντίστασης των αεραγωγών οδών. Η επιφάνεια του σχήματος 3 με την οριζόντια γράμμωση αντιπροσωπεύει το έργο που απαιτείται για την υπερνίκηση της αντίστασης προς την ροή του αέρα μέσα από τις αεραγωγούς οδούς.

Το επιπρόσθετο έργο που απαιτείται για την έκπτυξη και σύμπτυξη του θωρακικού κλωβού. Σημειώνεται ότι η ενδοτικότητα του συστήματος πνεύμονας – θώρακας είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από τη μισή μόνο των πνευμόνων. Κατά συνέπεια απαιτείται διπλάσια σχεδόν ενέργεια για τη φυσιολογική έκπτυξη και σύμπτυξη του όλου συστήματος σε σύγκριση με αυτή που απαιτείται για την έκπτυξη μόνο των πνευμόνων.

Η σύγκριση των διαφόρων τύπων του μηχανικού έργου. Κατά τη φυσιολογική ήρεμη αναπνοή το μεγαλύτερο μέρος του μηχανικού έργου που επιτελείται από τους αναπνευστικούς μυς χρησιμοποιείται απλά για την έκπτυξη των πνευμόνων. Φυσιολογικά ένα μόνο μικρό ποσοστό από το ολικό έργο χρησιμοποιείται για την υπερνίκηση της αντίστασης των ιστών (ιξώδες των ιστών) και κάτι περισσότερο για την υπερνίκηση της αντίστασης των αεροφόρων οδών. Εξάλλου κατά την πολύ έντονη αναπνοή όταν ο αέρας πρέπει να διακινείται μέσα από τις αεροφόρους οδούς με πολύ μεγάλη ταχύτητα το μεγαλύτερο μέρος του έργου χρησιμοποιείται για την υπερνίκηση της αντίστασης των αεροφόρων οδών [7,9].

Σε πνευμονική νόσο και οι τρεις τύποι μηχανικού έργου αυξάνονται συνεχώς σε πολύ μεγάλο βαθμό. Ιδιαίτερα αυξάνεται το έργο ενδοτικότητας και το έργο αντίστασης των ιστών από νόσους που προκαλούν ίνωση των πνευμόνων το δε έργο αντίστασης των αεροφόρων οδών αυξάνεται ιδιαίτερα από νόσους που προκαλούν απόφραξη των

αεροφόρων οδών. Κατά τη διάρκεια της ήρεμης αναπνοής δεν επιτελείται μυϊκό έργο κατά την εκπνοή, γιατί η εκπνοή πραγματοποιείται με την ελαστική επάνοδο των πνευμόνων και του θώρακα. Σε έντονες όμως αναπνευστικές κινήσεις, είτε όταν η αντίσταση των αεροφόρων οδών ή των ιστών είναι αυξημένη, επιτελείται μηχανικό έργο κατά την εκπνοή, το οποίο σε μερικές περιπτώσεις είναι ακόμα και μεγαλύτερο από εκείνο που παράγεται κατά την εισπνοή. Αυτό παρατηρείται κατά κύριο λόγο στο βρογχικό άσθμα στο οποίο συχνά η αντίσταση των αεροφόρων οδών γίνεται πολλαπλάσια κατά την εκπνοή και ελαττώνεται κατά πολύ κατά την εισπνοή [1,9].

Η ενέργεια που απαιτείται για την αναπνοή. Κατά τη φυσιολογική ήρεμη αναπνοή μόνο 3% από το ολικό ποσό ενέργειας που καταναλίσκεται από το σώμα απαιτείται για τον αερισμό των πνευμόνων. Όμως κατά τη διάρκεια πολύ βαριάς μυϊκής εργασίας το ποσό της ενέργειας, που απαιτείται γι' αυτό το σκοπό, αυξάνεται ως το 50απλάσιο, ιδιαίτερα εάν το άτομο εμφανίζει οποιουδήποτε βαθμού αυξημένη αντίσταση των αεροφόρων οδών είτε ελαττωμένη ενδοτικότητα των πνευμόνων. Κατά συνέπεια ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες για την ένταση της μυϊκής δραστηριότητας ενός ατόμου είναι η ικανότητά του να παρέχει ενέργεια στους αναπνευστικούς μυς για την επιτέλεση της διεργασίας της αναπνοής [6,7,9].

2.3 Η σπιρομέτρηση

Μια απλή μέθοδος για τη μελέτη του αερισμού των πνευμόνων είναι η καταγραφή του όγκου του αέρα που εισέρχεται και εξέρχεται από τους πνεύμονες. Η μέθοδος ονομάζεται σπιρομέτρηση. Η σπιρομέτρηση είναι ο ακρογωνιαίος λίθος για τη διάγνωση της ΧΑΠ, ενώ ο βοηθά τον ασθενή να αξιολογεί μόνος του την πορεία της νόσου και την ανταπόκριση του στην θεραπεία, καθώς διατίθενται στο εμπόριο και μικρές φορητές συσκευές.

Διαδικασία

Ο εξεταζόμενος κάθετα στην καρέκλα, η μύτη του είναι κλεισμένη με ένα ρινοπίεστρο και αναπνέει μόνο από το στόμα μέσω του επιστομίου ενός σπιρομέτρου. Αναπνέει ήρεμα μερικές φορές, μετά εκπνέει όλο τον αέρα (μέχρι τον υπολειπόμενο όγκο RV). Παίρνει γρήγορα βαθιά εισπνοή (μέχρι την ολική πνευμονική χωρητικότητα TLC) και τέλος εκπνέει απότομα και βίαια μέχρι να φτάσει πάλι σε επίπεδο

υπολειπόμενου όγκου [9].

Μετρήσεις

Η γραφική παράσταση της μεταβολής των όγκων συναρτήσει του χρόνου επιτρέπει τη μέτρηση του βίαια εκπνεόμενου όγκου αέρα στο πρώτο δευτερόλεπτο της βίαιης εκπνοής (FEV1). Θεωρείται ο πιο αντιπροσωπευτικός δείκτης της συνολικής αναπνευστικής ικανότητας. Εκφράζεται σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο και η φυσιολογική του τιμή είναι μεγαλύτερη του 80%. Μετρώνται επίσης η βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (FVC), η σχέση FEV1/FVC¹ και η μεσοεκπνευστική ροή αέρα (MMFR). Η σχέση FEV1/FVC επιτρέπει τη διάκριση της αναπνευστικής λειτουργίας σε φυσιολογική, αποφρακτική και περιοριστική. Η καμπύλη ροής όγκου παρέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για την εισπνευστική φάση της δοκιμασίας, για τη μέγιστη εκπνευστική ροή και για τις στιγμιαίες ροές αέρα σε διάφορα σημεία της εκπνοής. Ενώ η ροή στην εισπνοή και στο 25-30% της βίαιης εκπνοής εξαρτάται από την προσπάθεια του εξεταζόμενου, η ροή το τελευταίο ήμισυ της εκπνοής είναι ανεξάρτητη από την προσπάθεια. Αν οι σπυρομετρικοί δείκτες όγκου και ροής αέρα, που προαναφέρθηκαν, είναι πάνω από το 80% των προβλεπόμενων, η σπυρομέτρηση κρίνεται ως φυσιολογική. Στην περίπτωση που κάποιοι δείκτες είναι παθολογικοί κάτω από 80%, η σπυρομέτρηση μας δείχνει εάν το λειτουργικό σύνδρομο είναι αποφρακτικού τύπου (π.χ, βρογχικό άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα, πνευμονικό εμφύσημα) ή περιοριστικού τύπου (π.χ. πνευμονική ίνωση, σαρκοείδωση, μυασθένεια). Μια άλλη επιλογή είναι η χρήση της μέγιστης εκπνευστικής ροής με οριακή τιμή το 70% της προβλεπομένης [9].

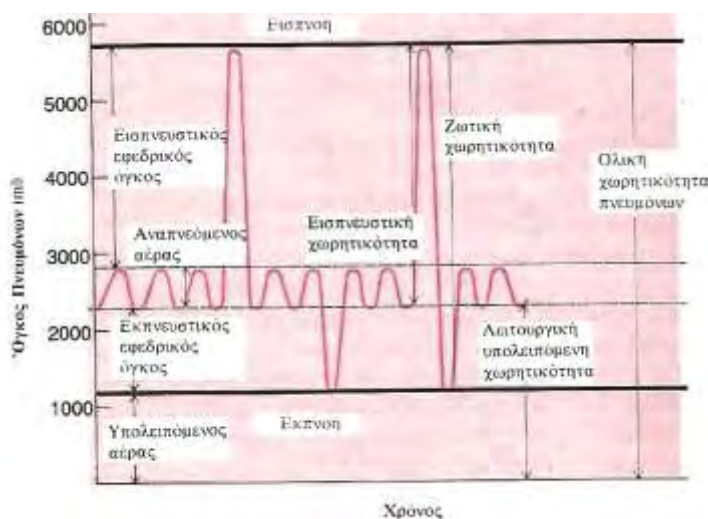
Προκειμένου να αξιολογηθεί ο βαθμός αναστρεψιμότητας του βρογχόσπασμου στην παρόξυνση της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας, χρησιμοποιείται η σπυρομέτρηση πριν και μετά από βρογχοδιαστολή. Στην περίπτωση αυτή ο εξεταζόμενος υποβάλλεται στην σπυρομέτρηση και καταγράφονται οι σχετικές παράμετροι. Στη συνέχεια του χορηγείται βρογχοδιασταλτικό φάρμακο σε θεραπευτική δοσολογία και μετά από 20-30 min υποβάλλεται σε νέα σπυρομέτρηση. Η βελτίωση των σπυρομετρικών δεικτών επιβεβαιώνει την διάγνωση του βρογχικού άσθματος ή την αναστρεψιμότητα

¹ Η σχέση μεταξύ του δυναμικά εκπνεόμενου όγκου το πρώτο δευτερόλεπτο και της δυναμικής ζωτικής χωρητικότητας.

του βρογχόσπασμου. Ο δείκτης που χρησιμοποιείται συχνότερα είναι ο FEV1, η βελτίωση του οποίου κατά 20% σε σχέση με την αρχική τιμή επικυρώνει τη διάγνωση του άσθματος [9].

Ροόμετρο

Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του περιορισμού της ροής του αέρα και το αποτέλεσμα της μέτρησης συνήθως θεωρείται κριτήριο για την αποτελεσματικότητα της βρογχοδιασταλτικής αγωγής στις αποφρακτικές πνευμονοπάθειες. Ροή μικρότερη από $130\text{--}150\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ στους ενήλικες δηλώνει σοβαρή απόφραξη των αεραγωγών. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της εκπνευστικής ροής αιχμής και για να μετρήσει την μείωση της πίεσης που προκαλεί η ροή μέσω μιας συγκεκριμένης αντίστασης. Σήμερα διατίθενται εύχρηστα φορητά ροόμετρα. Στο σχήμα 4 απεικονίζεται ένα σπироγράφημα, όπου φαίνονται οι μεταβολές του όγκου των πνευμόνων υπό διάφορες συνθήκες αναπνοής. Για ευκολία της περιγραφής των στοιχείων του αερισμού των πνευμόνων το ποσό του αέρα που βρίσκεται μέσα στους πνεύμονες υποδιαιρείται σε διάφορα σημεία του διαγράμματος σε τέσσερις διαφορετικές χωρητικότητες [9].



Σχήμα 4. Το σπироγράφημα.

Πηγή: Guyton, Ιατρική Φυσιολογία.

Οι όγκοι των πνευμόνων

Διακρίνονται τέσσερις όγκοι των πνευμόνων οι οποίοι όταν προστίθενται όλοι μαζί αποτελούν τον μέγιστο όγκο, στον οποίο μπορούν να φτάσουν οι πνεύμονες με τη μέγιστη δυνατή έκπτυξή τους. Η σημασία του καθενός από αυτούς τους όγκους είναι η ακόλουθη:

- Ο αναπνεόμενος αέρας είναι ο όγκος του εισπνεόμενου είτε του εκπνεόμενου αέρα με κάθε φυσιολογική αναπνευστική κίνηση. Το ποσό του είναι περίπου 500ml στο μέσο ενήλικα άνδρα.
- Ο εισπνευστικός εφεδρικός αέρας είναι ο επιπλέον όγκος αέρα που μπορεί να εισπνευσθεί πέρα από τον αναπνεόμενο αέρα και συνήθως ανέρχεται περίπου σε 3.000 ml.
- Ο εκπνευστικός εφεδρικός αέρας είναι ο επιπλέον όγκος αέρα που μπορεί να εκπνευστεί με τη μέγιστη βίαιη εκπνευστική κίνηση πέρα από το τέλος της ήρεμης εκπνοής και συνήθως ανέρχεται περίπου σε 1.100 ml.
- Ο υπολειπόμενος αέρας είναι ο όγκος αέρα που εξακολουθεί να παραμένει μέσα στους πνεύμονες και μετά την εκτέλεση της μέγιστης δυνατής εκπνοής ανέρχεται δε περίπου σε 1.200 ml.

Οι χωρητικότητες των πνευμόνων

Κατά την περιγραφή των στοιχείων του αναπνευστικού κύκλου σε μερικές περιπτώσεις επιθυμητή είναι η αναφορά σε δύο ή και περισσότερους μαζί από τους όγκους που αναφέρονται παραπάνω. Οι συνδυασμοί αυτοί ονομάζονται χωρητικότητες των πνευμόνων. Στο σχήμα 4 αναγράφονται οι διάφορες χωρητικότητες των πνευμόνων που περιγράφονται παρακάτω:

- Η εισπνευστική χωρητικότητα ισούται με τον αναπνεόμενο αέρα συν τον εισπνευστικό εφεδρικό όγκο. Αποτελεί το ποσό του αέρα (περίπου 3.500 ml) που μπορεί ένα άτομο να εισπνεύσει, αφού αρχίσει την εισπνοή του από το φυσιολογικό εκπνευστικό του επίπεδο και προχωρήσει στη μέγιστη δυνατή έκπτυξη των πνευμόνων του.
- Η λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα ισούται με τον εκπνευστικό εφεδρικό όγκο συν τον υπολειπόμενο αέρα. Αποτελεί το ποσό του αέρα που εξακολουθεί να παραμένει μέσα στους πνεύμονες μετά το τέλος μιας φυσιολογικής εκπνοής

(περίπου 2.300 ml).

- Η ζωτική χωρητικότητα ισούται με τον εισπνευστικό εφεδρικό όγκο συν τον αναπνεόμενο αέρα συν τον εκπνευστικό εφεδρικό όγκο. Αποτελεί το μέγιστο ποσό του αέρα που μπορεί το άτομο να απομακρύνει από τους πνεύμονές του, αφού πρώτα γεμίσει τους πνεύμονες μέχρι την μέγιστή τους χωρητικότητα και μετά εκτελέσει τη βαθύτερη δυνατή εκπνοή (περίπου 4.600 ml).
- Η ολική χωρητικότητα των πνευμόνων είναι ο μέγιστος όγκος στον οποίον οι πνεύμονες μπορούν να εκπύσσονται με την εντονότερη δυνατή εισπνευστική προσπάθεια (περίπου 5.800 ml). Ισούται με τη ζωτική χωρητικότητα συν τον υπολειπόμενο όγκο.

Το μέγεθος όλων των πνευμονικών όγκων και όλων των χωρητικοτήτων των πνευμόνων είναι περίπου κατά 20-25% μικρότερο στις γυναίκες σε σύγκριση με τους άνδρες και προφανώς μεγαλύτερο σε εύσωμα και αθλητικά άτομα σε σύγκριση με μικρόσωμα και ασθενικά άτομα [7,9].

Συντμήσεις και σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε μελέτες της αναπνευστικής λειτουργίας.

Η σπιρομετρία αποτελεί μια μόνο από τις πολλές μετρήσεις που χρησιμοποιούνται καθημερινά από τους πνευμονολόγους. Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι πολλές μετρήσεις εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από μαθηματικούς υπολογισμούς. Για την απλούστευση αυτών των υπολογισμών καθώς και της παρουσίασης των δεδομένων τυποποιήθηκαν διάφορες συντμήσεις και σύμβολα που παρατίθενται παρακάτω στον πίνακα 1. Με τη χρήση αυτών των συμβόλων παρουσιάζονται ορισμένες σχέσεις μεταξύ πνευμονικών όγκων και χωρητικοτήτων (πίνακας 2).

Πίνακας 1. Συχνές συντομογραφίες στη φυσιολογία της αναπνοής

VT	Αναπνεόμενος αέρας
FRC	Λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα
ERV	Εκπνευστικός εφεδρικός όγκος (ή αέρας)
RV	Υπολειπόμενος όγκος
IC	Εισπνευστική χωρητικότητα
IRV	Εισπνευστικός εφεδρικός όγκος (ή αέρας)
TLC	Ολική χωρητικότητα πνευμόνων
VC	Ζωτική χωρητικότητα
C	Ενδοτικότητα
VI	Εισπνεόμενος όγκος αερισμού ανά λεπτό
VE	Εκπνεόμενος όγκος αερισμού ανά λεπτό
VO ₂	Ρυθμός πρόσληψης οξυγόνου ανά λεπτό
VCO ₂	Ρυθμός αποβολής CO ₂ ανά λεπτό
VCO	Ρυθμός πρόσληψης μονοξειδίου του άνθρακα ανά λεπτό
PO ₂	Μερική τάση οξυγόνου
P _{CO₂}	Μερική τάση διοξειδίου του άνθρακα
R	Αναπνευστικό πηλίκο
SO ₂	Εκατοστιαίος κορεσμός αιμοσφαιρίνης με οξυγόνο
Sa _{o₂}	Εκατοστιαίος κορεσμός αιμοσφαιρίνης με οξυγόνο σε αρτηριακό αίμα

Πίνακας 2. Σχέσεις πνευμονικών όγκων και χωρητικοτήτων

VC	=	IRV + VT + ERV
VC	=	IC + ERV
TLC	=	VC + RV
TLC	=	IC + FRC
FRC	=	ERV + RV

2.4 Η επίδραση της άσκησης στους μυς και στην απόδοσή τους.

2.4.1 Η σημασία της προπόνησης με άσκηση μέγιστης αντίστασης.

Μία από τις θεμελιώδεις αρχές της ανάπτυξης των μυών κατά την προπόνηση του αθλητή είναι το ότι οι μύες που λειτουργούν χωρίς φόρτιση, ακόμα κι αν γυμνάζονται πολλές ώρες συνεχώς, εμφανίζουν μικρή μόνο αύξηση της δύναμής τους. Από την άλλη μεριά οι μύες που συστέλλονται με τη μέγιστη σχεδόν δύναμη συστολής τους αυξάνουν τη δύναμή τους πολύ γρήγορα, ακόμη κι όταν οι συστολές τους επιτελούνται λίγες φορές μόνο ανά 24ωρο. Με την εφαρμογή αυτής της αρχής από πειράματα ανάπτυξης των μυών προκύπτει ότι με 6 συστολές του μυός, μέγιστης ή σχεδόν μέγιστης έντασης, που επιτελούνται σε τρεις σειρές, 3 μέρες την εβδομάδα, επιτυγχάνεται περίπου η άριστη αύξηση της δύναμης του μυός και χωρίς την πρόκληση χρόνιου μυϊκού καμάτου. Η δύναμη του μυός αυξάνεται κατά 30% περίπου μέσα στις πρώτες 6 έως 8 εβδομάδες σε προηγουμένως μη προπονημένο άτομο με επιμέδωση σχεδόν της καμπύλης μετά από αυτό το χρονικό διάστημα. Παράλληλα με αυτή την αύξηση της δύναμης του μυός παρατηρείται και μια αύξηση της μάζας του μυός στο ίδιο περίπου ποσοστό, που χαρακτηρίζεται ως *υπερτροφία του μυός* [3,9].

2.4.2 Η υπερτροφία των μυών.

Το βασικό μέγεθος των μυών ενός ατόμου καθορίζεται κυρίως από την κληρονομικότητα συν το επίπεδο της έκκρισης της τεστοστερόνης, η οποία στον άνδρα προκαλεί τη σημαντική αύξηση των μυών σε σύγκριση με τη γυναίκα. Εντούτοις, με τη μυϊκή άσκηση (προπόνηση), οι μύες μπορούν να αναπτύξουν υπερτροφία σε επιπρόσθετο ποσοστό 30 έως 60%. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτή την υπερτροφία οφείλεται στην αύξηση της διαμέτρου των μυϊκών ινών. Αυτό όμως δεν είναι εντελώς ορθό, γιατί ένας αριθμός πολύ μεγάλων μυϊκών ινών πιστεύεται ότι διαχωρίζονται σε δύο τμήματα κατά μήκος τους και σχηματίζουν δύο εντελώς νέες μυϊκές ίνες, και μ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται, σε μικρό όμως βαθμό, και ο αριθμός των μυϊκών ινών του μυός.

Οι μεταβολές που επέρχονται μέσα στις ίδιες τις μυϊκές ίνες που υπερτρέφονται είναι:

(α) Η αύξηση του αριθμού των μυϊκών ινιδίων, ανάλογη με το βαθμό της υπερτροφίας,

(β) η αύξηση των ενζύμων στα μιτοχόνδρια μέχρι και 120%, (γ) η αύξηση κατά 60 έως 80% των συνιστωσών του μεταβολικού συστήματος των φωσφορικών (ATP και φωσφοκρεατίνη), (δ) η αύξηση των αποθεμάτων γλυκογόνου μέχρι και 50% και (ε) η αύξηση των αποθεμάτων σε τριγλυκερίδια μέχρι και 75 ως 100%. Εξαιτίας όλων αυτών των μεταβολών οι δυνατότητες του αερόβιου μεταβολικού συστήματος αυξάνονται. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται κυρίως το μέγιστο του αριθμού των οξειδώσεων και η απόδοση του οξειδωτικού μεταβολικού συστήματος μέχρι και 45% [3,9].

Η κατανάλωση οξυγόνου και ο αερισμός των πνευμόνων κατά τη μυϊκή δραστηριότητα.

Η φυσιολογική κατανάλωση οξυγόνου σε ένα νεαρό ενήλικα άνδρα, όταν βρίσκεται σε ηρεμία, είναι περίπου 20ml/min. όμως υπό συνθήκες μέγιστης μυϊκής δραστηριότητας η κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να αυξάνεται σημαντικά. Σε στρογγυλούς αριθμούς τόσο η κατανάλωση του οξυγόνου όσο και ο ολικός αερισμός των πνευμόνων αυξάνονται περίπου κατά 20 φορές μεταξύ της κατάστασης ηρεμίας και της κατάστασης της μέγιστης μυϊκής δραστηριότητας [7,9].

2.4.3 Η επίδραση του καπνίσματος στον αερισμό των πνευμόνων κατά τη μυϊκή δραστηριότητα.

Μία από τις επιδράσεις της νικοτίνης συνίσταται στην πρόκληση συστολής στα τελικά βρογχιόλια των πνευμόνων, με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασης προς την είσοδο και την έξοδο του αέρα από τις κυψελίδες. Συνεπώς ο «αέρας» του αθλητή περιορίζεται. Επιπρόσθετα λόγω της ερεθιστικής επίδρασης του καπνού προκαλείται αυξημένη έκκριση υγρού από το βρογχικό δέντρο καθώς και η διόγκωση του επιθηλίου των αεροφόρων οδών. Επίσης η νικοτίνη προκαλεί παράλυση των κροσσών των επιθηλιακών κυττάρων που φυσιολογικά κινούνται συνεχώς, προκειμένου να απομακρυνθεί η περίσσεια των υγρών και των ξένων σωματιδίων από την αναπνευστική οδό με συνέπεια τη συσσώρευση απορριμμάτων μέσα στην αναπνευστική οδό, που δυσχεραίνουν ακόμα παραπάνω την αναπνοή. Με την επίδραση όλων αυτών των παραγόντων μαζί ακόμα και ο ελαφρός καπνιστής υφίσταται αναπνευστική επιβάρυνση κατά τη μυϊκή προσπάθεια μέγιστης έντασης με αποτέλεσμα τη μείωση του επιπέδου της

απόδοσής του [7,9].

Οι επιδράσεις στο χρόνιο καπνιστή είναι κατά πολύ σοβαρότερες. Σχεδόν σε όλους τους χρόνιους καπνιστές έχει αναπτυχθεί σε κάποιο βαθμό πνευμονικό εμφύσημα. Σ' αυτήν τη κατάσταση παρατηρούνται τα ακόλουθα: (α) Χρόνια βρογχίτιδα, (β) απόφραξη μεγάλου αριθμού βρογχιολίων και (γ) καταστροφή πολλών τοιχωμάτων των κυψελίδων. Σε βαρύ εμφύσημα είναι δυνατό να έχουν καταστραφεί τα 4/5 της αναπνευστικής μεμβράνης με αποτέλεσμα το άτομο να εμφανίζει αναπνευστική δυσχέρεια ακόμα και κατά την επιτέλεση πολύ ελαφριάς μυϊκής εργασίας. Πράγματι πολλοί από τους ασθενείς αυτούς δεν μπορούν ούτε να βαδίσουν σε μια απόσταση λίγων μέτρων μέσα στο δωμάτιό τους, χωρίς να εμφανίσουν δυσπνοϊκά φαινόμενα [8,9].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΟΥΣ ΜΟΥΣΙΚΟΥΣ ΠΝΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΧΟΡΩΔΟΥΣ/ΜΟΝΩΔΟΥΣ

3.1 Γενικά

Ο μουσικός πνευστού οργάνου καλείται να υπερνικήσει πιέσεις που κατά το παίξιμο του οργάνου, μπορούν να φτάσουν τα 120 mmHg. Επειδή οι απαιτήσεις από το αναπνευστικό σύστημα είναι αυξημένες, οι μουσικοί πνευστών χρειάζονται τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των αναπνευστικών τους εφεδρειών και των τεχνικών τους δεξιοτήτων, προκειμένου να επιτύχουν το βέλτιστο μουσικό αποτέλεσμα. Οι μουσικοί πνευστών οργάνων κατά την εκτέλεση των μουσικών έργων ή των μουσικών ασκήσεων ασκούν ιδιαίτερα τους εκπνευστικούς αναπνευστικούς τους μυς. Αυτή η συστηματική εξάσκηση-ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών έχει οδηγήσει στη διατύπωση της υπόθεσης ότι οι μουσικοί πνευστών οργάνων έχουν καλύτερη αναπνευστική λειτουργία από τους μη μουσικούς, αν και υπάρχουν και αντικρουόμενα αποτελέσματα στη βιβλιογραφία. Όσον αφορά τους μονωδούς, αυτοί και οι καθηγητές τους στην ερώτηση: «τι χρειάζεσαι για να τραγουδήσεις καλά;» απαντούν σχεδόν πάντα «καλή αναπνοή». Παρόλα αυτά η αναπνευστική λειτουργία σε μονωδούς και μουσικούς πνευστών οργάνων δεν έχει μελετηθεί λεπτομερώς και δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα σχετικά με τη σχέση πνευμονικών όγκων και επιδόσεων τραγουδιστών και μουσικών [10,11].

Επίσης οι καθηγητές μονωδίας και πνευστών οργάνων δεν είναι εξοικειωμένοι με τη φυσιολογία του αναπνευστικού και την αντίστοιχη ορολογία, οπότε η ενσωμάτωση των σχετικών γνώσεων στην καθημερινή πρακτική είναι δυσχερής, ενώ η έννοια του αναπνευστικού συστήματος περιορίζεται στα αμιγώς αναπνευστικά ανατομικά στοιχεία, με τους καλλιτέχνες συχνά να αγνοούν βασικές συνιστώσες της αναπνευστικής λειτουργίας. Η απλούστευση ότι αναπνοή σε χορωδούς σημαίνει απλά παροχή αέρα για φώνηση υποβαθμίζει το γεγονός ότι η αναπνευστική λειτουργία λειτουργεί ως συνδετήριος κρίκος ανάμεσα στη φώνηση, το συναίσθημα και τη μουσική, ρόλος που είναι καθοριστικός για τη μονωδία και τη διδασκαλία της. Η συνηθέστερη αξιολόγηση της αναπνοής γίνεται με τους πνευμονικούς όγκους και τη ζωτική χωρητικότητα, ζητώντας από τον χορωδό να εισπνεύσει όσο περισσότερο μπορεί και στη συνέχεια να εκπνεύσει μέχρι τη μέγιστη εκπνευστική θέση. Βασική για τον τραγουδιστή θεωρείται η

μέτρηση των πνευμονικών όγκων στην αρχή και στο τέλος του στίχου. Συνήθως οι τραγουδιστές ξεκινούν τη φράση στο 70-80% της ζωτικής χωρητικότητας και την ολοκληρώνουν στο 30-50% αυτής. Το εύρος της διακύμανσης ποικίλει από χορωδό σε χορωδό, αλλά έχει βρεθεί ότι παραμένει αξιοσημείωτα σταθερό στον ίδιο χορωδό [12-14].

Στο πλαίσιο αυτό τίθενται τα εξής ερευνητικά ερωτήματα: 1) έχουν οι μονωδοί χορωδοί ή και οι μουσικοί πνευστών οργάνων καλύτερη αναπνευστική λειτουργία; 2) μπορεί να συνδυαστεί μια τεκμηριωμένα καλύτερη αναπνευστική λειτουργία με βελτιωμένη επίδοση του μουσικού; και 3) υπάρχει συγκεκριμένο εύρος διακύμανσης των πνευμονικών όγκων που να συνδέεται με καλύτερες μουσικές και φωνητικές επιδόσεις;

3.2 Μουσικοί πνευστών οργάνων

Ο εκούσιος έλεγχος της αναπνοής έχει βασική σημασία για τους μουσικούς πνευστών οργάνων. Οι αναπνευστικοί μύες των μουσικών πνευστών οργάνων βρίσκονται εξαιτίας της συνεχούς ενασχόλησης σε μια διαρκή εξάσκηση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι μουσικοί πνευστών οργάνων εμφανίζουν βελτιωμένη αναπνευστική λειτουργία, ανάλογη εκείνης που συναντάται σε φυσητές γυαλιού [15-17]. Σε μελέτη, που περιλάμβανε 155 εκπαιδευμένους επαγγελματίες μουσικούς πνευστών οργάνων, 100 μη εκπαιδευμένους ερασιτέχνες και 100 μουσικούς άλλων οργάνων, βρέθηκε ότι οι μουσικοί της πρώτης ομάδας εμφάνισαν υψηλότερες τιμές FEV₁, FVC, PEF_R, MVV και FEF_{25-75%} σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες, χωρίς να καταγραφεί διαφορά στο λόγο FEV₁/FVC [18]. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συστηματική εκπαίδευση-εξάσκηση στα πνευστά όργανα βελτιώνει τους δείκτες αναπνευστικής λειτουργίας, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί πρόσθετο πλεονέκτημα της εκπαίδευσης στα πνευστά όργανα. Η βελτίωση του FVC λοιπόν μπορεί να οφείλεται στο συγκεκριμένο πρότυπο αναπνοής κατά τη διάρκεια του παιξίματος, κατά το οποίο χρησιμοποιούνται το σύνολο της ζωτικής χωρητικότητας με τρόπο ώστε μια βαθιά εισπνοή να ακολουθείται από παρατεταμένη εκπνοή μέσω του οργάνου. Βελτιωμένη πνευμονική λειτουργία με αύξηση του FVC και της PEF_R βρέθηκε σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 30 μουσικούς διαφόρων πνευστών οργάνων συγκριτικά με 30 υγιή άτομα ομάδας ελέγχου (μάρτυρες), μη καπνιστές [19]. Πρότειναν δε τη θεραπευτική χρήση πνευστών σε αναπνευστικές παθήσεις. Σε άλλη μελέτη που περιλάμβανε 99

μουσικούς πνευστών και 41 έγχορδων οργάνων (καπνιστές και μη καπνιστές), οι μουσικοί πνευστών οργάνων παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές FEV1, (είτε επρόκειτο για καπνιστές είτε όχι), όπως και FEF_{50%} (μόνο οι μη καπνιστές) σε σύγκριση με τις προβλεπόμενες τιμές για το φύλο και την ηλικία τους (δεν υπήρξε ωστόσο σύγκριση με ομάδα ελέγχου) [19]. Η αύξηση των FEV1 και FEF_{50%} που καταγράφηκε ήταν ανάλογη των ετών προϋπηρεσίας τους ως επαγγελματιών μουσικών. Εκτός από τις αναπνευστικές παραμέτρους στη συγκεκριμένη ομάδα μουσικών σημειώθηκε και χρόνια συμπτωματολογία από το αναπνευστικό (ρινική καταρροή, δύσπνοια, βήχας, απόχρεμψη, βράγχος φωνής)[19]. Σε μελέτη στην οποία διερευνήθηκε η πνευμονική λειτουργία κατά τη διάρκεια παιξίματος 15 διαφορετικών πνευστών μουσικών οργάνων σε 42 επαγγελματίες μουσικούς διαπιστώθηκε ότι η ζωτική χωρητικότητα ήταν υψηλότερη του προβλεπόμενου για το ύψος και την ηλικία σε όλους τους μουσικούς χάλκινων πνευστών [10]. Οι υπόλοιπες παράμετροι ήταν παρόμοιες ή υψηλότερες συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Τα πρότυπα της αναπνοής ήταν παρόμοια σε όλους τους μουσικούς: ταχείς και βαθιές εισπνοές ακολουθούμενες από μακρές εκπνοές διά του οργάνου. Σε μελέτη στην οποία συμμετείχαν 63 επαγγελματίες μουσικοί πνευστών και 17 χορωδοί της μπάντας του Ναυτικού των ΗΠΑ, βρέθηκε ότι κατά μέσο όρο η ζωτική χωρητικότητα των μουσικών ήταν αυξημένη κατά 0,38 lt (ή 8,7% σε σχέση με τις προβλεπόμενες τιμές), ενώ ο «μέσος» μουσικός είχε ύψος 1,81 m και ήταν ηλικίας 26,5 ετών [11]. Σε άλλη έρευνα που περιελάμβανε 100 μουσικούς πνευστών και 100 άτομα ως ομάδα ελέγχου καταγράφηκαν επίσης υψηλότερες τιμές των FVC, FEV1, FEF 25-75% και MVV συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, γεγονός το οποίο αποδόθηκε στον ιδιαίτερο τρόπο αναπνοής που περιγράφηκε παραπάνω (βαθιά εισπνοή που ακολουθείται από μακρά εκπνοή). Στην ίδια μελέτη ο υψηλότερος MVV αποδόθηκε στην ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών λόγω της επαγγελματικής τους ενασχόλησης με τη μουσική [20].

Οι Sagdeo et al. [18] διεξήγαγαν ένα πείραμα σε μια ομάδα μουσικών πνευστών οργάνων που ήταν υγιείς και μη καπνιστές και μια ομάδα μη μουσικών πνευστών οργάνων χρησιμοποιώντας πνευστά μουσικά όργανα για τον έλεγχο των πνευμονικών και φυσιολογικών αποτελεσμάτων στο ανθρώπινο σώμα. Χρησιμοποιήθηκε σπιρόμετρο Medispiro[®] για τον έλεγχο των πνευμονικών αλλαγών που συμβαίνουν στο ανθρώπινο

σώμα. Καταγράφηκαν δεδομένα για διάφορες παραμέτρους, όπως η δυναμική ζωτική χωρητικότητα, ο ανώτερος ρυθμός εκπνευστικής ροής, κλπ., μετά από τις τιμές μέγιστης εθελοντικής αναπνοής που καταγράφηκαν για τρία σύνολα ανάγνωσης, που αναλύθηκαν με τη χρήση ANOVA. Το συμπέρασμα από αυτές τις μελέτες και τα πειράματα σε παρόμοιο επάγγελμα, όπως αυτό του φυσική γυαλιού που λήφθηκε επίσης υπόψη εκτός από την μεγάλη γκάμα μουσικών πνευστών οργάνων, είναι ότι σε σύγκριση με τους μη μουσικούς πνευστών οι εκπαιδευμένοι μουσικοί πνευστών οργάνων έχουν καλύτερη πνευμονική λειτουργία, που είναι αποτέλεσμα της συχνής εκπαίδευσης φυσήματος, όπου οι αναπνευστικοί μύες είναι υπό συνεχή άσκηση και καλά εκπαιδευμένοι, κάτι που μπορεί να παρέχει φυσιολογικό πλεονέκτημα καθώς ενισχύει τους αναπνευστικούς μύες. Οι Dhule et al.[19] πραγματοποίησαν μια μελέτη με στόχο να προσδιορίσουν τις λειτουργίες των πνευμόνων και τις σχετικές φυσιολογικές αλλαγές στο ανθρώπινο σώμα που επηρεάζονται από πνευμονικές δραστηριότητες του σώματος. Η μελέτη είχε ως μέγεθος δείγματος 30 φυσήτες αέρα, για τους οποίους αναλύθηκε ο δυναμικός εκπνευστικός ελιγμός και ο ελιγμός μέγιστου αναπνευστικού όγκου. Προέκυψε το συμπέρασμα ότι οι πνευμονικές λειτουργίες είναι περισσότερο αναπτυγμένες σε εκπαιδευμένους φυσήτες, καθώς οι αναπνευστικοί μύες τους είναι καλά εκπαιδευμένοι για παρατεταμένες εκπνοές και σωστό έλεγχο αναπνοής, που έχει ως αποτέλεσμα βελτιωμένες κοιλιακές μυϊκές και διαφραγματικές λειτουργίες στο σώμα. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί μεγάλης φυσιολογικής συνδρομής στη θεραπεία σοβαρών ασθενειών του αναπνευστικού και ασθενειών που σχετίζονται με τον ύπνο.

Το γεγονός ότι άνδρες και γυναίκες μουσικοί πνευστών οργάνων μπορούν να παράγουν σημαντικά υψηλότερες μέγιστες πιέσεις στους αεραγωγούς σε σχέση με υγιείς μάρτυρες δείχνει μια πιθανή προσαρμογή της δύναμης των αναπνευστικών μυών. Η προσαρμογή αυτή μπορεί να οφείλεται στον τρόπο του παιχνιδιού. Σε μελέτη στην οποία παρακολουθήθηκαν 4 μουσικοί fagotto με λαρυγγοσκόπηση (με εύκαμπτο ινοπτικό λαρυγγοσκόπιο) και βίντεο-ακτινοσκόπηση κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και κατέγραψαν υψηλότερες υπογλωττιδικές πιέσεις κατά τη διάρκεια ιδιαίτερα παρατεταμένου φυσήματος. Έχει επίσηςδειχθεί ότι οι μουσικοί φλάουτου αναπτύσσουν υψηλότερες στοματικές πιέσεις κατά τη διάρκεια του έντονου φυσήματος, ενώ χρησιμοποιούν μέχρι και το 83% της ζωτικής τους χωρητικότητας [21,22]. Όταν σε

άλλη έρευνα μετρήθηκαν οι μέγιστες στοματικές πιέσεις σε 22 νέους μη καπνιστές, έμπειρους εκτελεστές τρομπέτας, και σε 12 μάρτυρες με ανάλογα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, βρέθηκε ότι οι μουσικοί τρομπέτας είχαν υψηλότερες τιμές από τους μάρτυρες, τόσο στη μέγιστη εισπνευστική όσο και στην μέγιστη εκπνευστική πίεση ($p<0,01$) [16]. Η αύξηση των πιέσεων ήταν ανάλογη του χρόνου άσκησης του οργάνου και αποδόθηκε στην αυξημένη χρήση των εκπνευστικών μυών έναντι στην υψηλή αντίσταση του μουσικού οργάνου.

Υπάρχουν όμως και μελέτες με αντίθετα αποτελέσματα που δεν ανέδειξαν σημαντική διαφορά στην αναπνευστική λειτουργία μεταξύ μουσικών πνευστών και μη πνευστών οργάνων ή κατέγραψαν μειωμένες τιμές αναπνευστικών παραμέτρων. Σε μελέτη που αφορούσε 113 μουσικούς (48 μουσικούς πνευστών, 34 χορωδούς και 31 μουσικούς εγχόρδων και κρουστών ως ομάδα ελέγχου) συγκρίθηκαν οι σπυρομετρικές τιμές, οι μέγιστες στοματικές πιέσεις, η παρουσία συμπτωμάτων του αναπνευστικού και η γενική κατάσταση υγείας, όπως αυτή καταγράφηκε σε ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς. Δεν διαπιστώθηκαν διαφορές στις τιμές της σπυρομέτρησης (αν και παρατηρήθηκαν ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές FVC στην ομάδα των χορωδών συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου) και τις μέγιστες στοματικές πιέσεις ανάμεσα στις τρεις ομάδες ακόμη και μετά την αναγωγή τους ως προς τον Δείκτη Μάζας Σώματος (Δ.Μ.Σ), τα χρόνια εμπειρίας, την καπνιστική συνήθεια και την ύπαρξη αναπνευστικών συμπτωμάτων. Παρόλα αυτά οι χορωδοί φάνηκε να δίνουν μεγαλύτερη σημασία στη γενική κατάσταση της υγείας τους, καθώς ασκούσαν περισσότερο και κάπνιζαν λιγότερο συγκριτικά με τις άλλες δύο ομάδες [15]. Σε έρευνα όπου εκτός από την καταγραφή των μέγιστων στοματικών πιέσεων, διενεργήθηκε επιπλέον και σπυρομέτρηση (σε 22 νέους μη καπνιστές, έμπειρους εκτελεστές τρομπέτας και σε 12 μάρτυρες) δεν διαπιστώθηκαν διαφορές [16]. Σε μελέτη στην οποία συμμετείχαν 47 μουσικοί πνευστού οργάνου (κόρνου), 35 άνδρες και 12 γυναίκες βρέθηκε ότι οι τιμές των πνευμονικών όγκων δεν διέφεραν από εκείνες του γενικού πληθυσμού[23]. Παρατηρήθηκε όμως ότι η μέγιστη ζωτική χωρητικότητα ήταν υψηλότερη στους επαγγελματίες μουσικούς συγκριτικά με τους ερασιτέχνες. Ωστόσο οι ηλικιακές μεταβολές σε όλους τους μουσικούς ακολουθούσαν εκείνες του γενικού πληθυσμού. Σε άλλη μελέτη, στην οποία συμμετείχαν 102 άτομα (55 μουσικοί χάλκινων πνευστών και 47 μουσικοί άλλων οργάνων, δεν καταγράφηκε καμία διαφορά στις τιμές

της σπυρομέτρησης ή των πνευμονικών όγκων μεταξύ των δύο ομάδων με εξαίρεση το λόγο RV/TLC, ο οποίος ήταν ελαττωμένος στους μουσικούς των πνευστών [24].

Όσον αφορά στις μελέτες με τα αρνητικά αποτελέσματα, έχουν βρεθεί χαμηλότερες τιμές στη σπυρομέτρηση (των παραμέτρων FVC, FEV1/FVC, PEF, και ιδιαίτερα των FEF25%, FEF50%, FEF75%) στους μουσικούς πνευστών οργάνων. Η μεγαλύτερη μείωση αφορούσε στην παράμετρο FEF-75% (53,5% της προβλεπομένης έναντι 112,1% της ομάδας ελέγχου). Έχει επίσης βρεθεί ότι η μέση τιμή της ζωτικής χωρητικότητας σε μουσικούς ζουρνά ήταν μειωμένη (4.049 ± 575.5 ml στους μουσικούς και 4.723 ± 588 ml στην ομάδα ελέγχου) [25]. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα των κυριότερων μέχρι σήμερα σχετικών μελετών παρουσιάζονται στον πίνακα 3 με χρονολογική σειρά.

Η μέχρι τώρα έρευνα έχει δώσει αμφιλεγόμενα αποτελέσματα ως προς την επίδραση της επαγγελματικής ενασχόλησης με πνευστό μουσικό όργανο στην αναπνευστική λειτουργία, συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει και παλαιότερη αντίστοιχη ελληνική ανασκόπηση. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στις σημαντικές μεθοδολογικές διαφορές ή αδυναμίες που υπάρχουν στις προαναφερθείσες μελέτες που αφορούν στη διαφορετική επαγγελματική και περιβαλλοντική έκθεση των εξεταζομένων ατόμων, στο διαφορετικό και σε κάποιες μελέτες μικρό αριθμό δείγματος ελέγχου, στην απουσία καταγραφής καπνισματικής συνήθειας καθώς και στην ανυπαρξία ομάδας ελέγχου σε κάποιες μελέτες.

3.3 Χορωδοί - μονωδοί

Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι με το τραγούδι βελτιώνεται η λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, ενώ το χορωδιακό τραγούδι συνοδεύεται από ελάττωση της καρδιακής συχνότητας (σε αντίθεση με τις solo εμφανίσεις που αυξάνουν τους δείκτες stress – κορτιζόλης και καρδιακής συχνότητας). Έχει προταθεί επίσης ότι το τραγούδι έχει ευεργετικές επιπτώσεις στην αναπνευστική λειτουργία. Σε μελέτη στην οποία εξήντα ασθενείς με άσθμα συμμετείχαν σε πρόγραμμα εβδομαδιαίων συνεδριών αναπνευστικής γυμναστικής, τραγουδιού και τραγουδιού-αναπνοών κατά τη διάρκεια 4 εβδομάδων, στο τέλος των 4 εβδομάδων διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση της μέγιστης

εισπνευστικής ροής καθώς και βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ωστόσο η συμμόρφωση των συμμετεχόντων ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα του τραγουδιού. Έχει επίσηςδειχθεί ότι η σταδιακή εκμάθηση μιας άριας από έναν βαρύτονο μέχρι την εκτέλεσή της ενώπιον κοινού είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της ζωτικής χωρητικότητας κατά 17%. Έμφαση δίνεται στην εκτέλεση σε κοινό, γιατί υπάρχουν ενδείξεις ότι η ανάγκη ερμηνείας και εκφραστικότητας είναι εκείνες που αναγκάζουν τον καλλιτέχνη να επιστρατεύσει όλη του την τέχνη και την τεχνική, προκειμένου να αποδώσει το μέγιστο των δυνατοτήτων του. Στην προσπάθειά του αυτή φαίνεται πως το αναπνευστικό σύστημα «γυμνάζεται» ανάλογα και αποδίδει επίσης το μέγιστο. Έχει βρεθεί επίσης ότι η ποσότητα του αέρα που εκπνέεται ανά δευτερόλεπτο (ροή) ήταν υψηλότερη όταν οι μονωδοί ερμήνευαν την άρια μπροστά σε κοινό συγκριτικά με τις πρόβες [12,13,26].

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 16 επαγγελματίες χορωδούς και σε 21 άτομα της ομάδας ελέγχου, που δεν είχαν λάβει καμία επαγγελματική φωνητική εκπαίδευση, μετρήθηκαν ο αναπνεόμενος όγκος, η ζωτική χωρητικότητα, η ολική και η υπολειπόμενη χωρητικότητα. Δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ τους τόσο σε ύπτια όσο και σε όρθια θέση, που να μην μπορεί να αποδοθεί στην ηλικία, τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά ή τα σφάλματα των μετρήσεων [27].

Σε άλλη μελέτη δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στην ολική πνευμονική χωρητικότητα των εκπαιδευμένων επαγγελματιών χορωδών συγκριτικά με τους σπουδαστές φωνητικής ή τα άτομα χωρίς καθόλου φωνητική εκπαίδευση. Στην εν λόγω μελέτη συμμετείχαν 45 άτομα χωρίς πνευμονικές ή καρδιαγγειακές διαταραχές κατανεμημένα σε τρεις ομάδες. Την ομάδα των χορωδών αποτελούσαν 6 άνδρες και 4 γυναίκες ηλικίας 26-55 ετών, που είχαν εκπαιδευτεί επί 11-40 έτη και ήταν γνωστοί για τις εξαιρετικές τους επιδόσεις, ενώ στη δεύτερη ομάδα συμμετείχαν 15 φοιτητές ηλικίας 18-28 ετών, (6 άνδρες και 9 γυναίκες με 2-8 έτη εκπαίδευσης) και η τρίτη ομάδα αποτελούνταν από 20 άτομα (10 άνδρες και 10 γυναίκες) ηλικίας 19-33 ετών χωρίς καμία φωνητική εκπαίδευση. Διαπιστώθηκε ότι ο λόγος RV/TLC ήταν μικρότερος στους χορωδούς σε σχέση με τους σπουδαστές, ενώ οι τιμές των σπουδαστών ήταν με τη σειρά τους υψηλότερες συγκριτικά με εκείνες των μη εκπαιδευμένων. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι η φωνητική ικανότητα των εκπαιδευμένων χορωδών οφείλεται κυρίως στη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της αναπνοής λόγω ελάττωσης του RV [28].

Οι Fuhrmann et al. [24] είχαν ως στόχο να βρουν τις επιπτώσεις στην αναπνευστική λειτουργία των μουσικών πνευστών οργάνων. Αυτή η μελέτη διεξήχθη σε μια ομάδα μουσικών και μη μουσικών μεταξύ της ηλικιακής ομάδας των 18 και 60 ετών, οι οποίοι έπρεπε να παίζουν πνευστά ή χάλκινα όργανα. Αυτοί ήταν μη καπνιστές και οι αναπνευστικές παθήσεις τους θεωρήθηκαν κατάλληλες πριν από τη μελέτη. Ο συγγραφέας χρησιμοποίησε διάφορες τεχνικές, όπως δοκιμές δυναμικής ταλάντωσης, στατικούς όγκους πνευμόνων, μεταφοράς αερίου, προκλήσεις ισταμίνης, κ.λ.π.. Δεν υπήρχε καμία απόδειξη σε αυτή τη μελέτη ότι τα «προφίλ» μέγιστης πίεσης των πνευστών και χάλκινων οργάνων σχετίζονται με τις διαφορές στη λειτουργία των πνευμόνων. Μέσω της μελέτης είναι προφανές ότι η επιλογή κάποιου να παίζει ένα πνευστό ή χάλκινο όργανο δεν είναι πιθανό να επηρεάζεται από τις ροές ή τους όγκους των πνευμόνων του. Δεν υπήρχε επίσης καμία συνεπής απόδειξη ότι η σωματική πρακτική του παιξίματος ένα πνευστού ή χάλκινου οργάνου μεταβάλλει τις ροές ή τους όγκους. Πράγματι, συνάγεται το πολύ χρήσιμο συμπέρασμα ότι η ικανότητα διατήρησης μεγάλων μουσικών φράσεων με έκφραση είναι αποτέλεσμα της εκμάθησης του ελέγχου της ροής του αέρα και όχι απαραίτητως της καλύτερης λειτουργίας των πνευμόνων.

Οι Deera et al. [29] ερευνούσαν σε δύο ομάδες ανθρώπων, στην πρώτη από τις οποίες, μια ομάδα οργανοπαικτών, ανατέθηκαν πνευστά όργανα όπως φλάουτο, σαξόφωνο και nadswaram, ενώ η δεύτερη ομάδα αποτελούνταν από μη οργανοπαίχτες. Ο συγγραφέας ανέλυσε το πηλίκο της ζωτικής χωρητικότητας, της μέγιστης ροής και της φώνησης για τις δύο ομάδες των οποίων η ηλικιακή ομάδα ήταν μεταξύ 18-40 ετών. Χρησιμοποιήθηκαν αερόφωνα για την αξιολόγηση των αεροδυναμικών μέτρων. Το αποτέλεσμα που προέκυψε έδειξε ότι η δύναμη των εκπνευστικών μυών ήταν υψηλότερη στους μουσικούς πνευστών. Το συμπέρασμα που συνάγεται από τον συγγραφέα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια χρήσιμη αναφορά που αναφέρει ότι η ποσότητα του αέρα που είναι δυνητικά διαθέσιμη για τη φώνηση δεν αποτελεί προϋπόθεση για να είναι κάποιος καλύτερος μουσικός.

Οι Zuskin et al.[30] εξηγούν την επίδραση των πνευστών στη λειτουργία των πνευμόνων και τα αναπνευστικά συμπτώματα. Ο συγγραφέας περιέλαβε 99 μουσικούς πνευστών και μια ομάδα 41 μουσικών εγχόρδων. Συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με χρόνια αναπνευστικά συμπτώματα και μετρήθηκε η πνευμονική λειτουργία. Έχει

διαπιστωθεί ότι οι μουσικοί πνευστών που χρησιμοποιούν τα όργανα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα είχαν μεγαλύτερη πνευμονική λειτουργία. Αυτά τα δεδομένα μελέτης υποστηρίζουν ότι οι μουσικοί πνευστών οργάνων έχουν μεγαλύτερη τάση χρόνιων συμπτωμάτων των άνω αεραγωγών

Οι Deniz et al.[31] πραγματοποίησαν μια μελέτη συγκρίνοντας με δοκιμασίες πνευμονικής λειτουργίας 34 άνδρες, μη καπνιστές μουσικούς πνευστών σε μια στρατιωτική μπάντα, με 44 υγιείς άνδρες μη καπνιστές. Η μελέτη δείχνει ότι οι μουσικοί πνευστών έχουν μικρότερες σπιρομετρικές τιμές. Ο συγγραφέας κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα ότι η κατηγορία των πνευστών οργάνων, χάλκινων και ξύλινων, δεν έδειξε σημαντικές διαφορές. Τα δεδομένα από αυτή τη βιβλιογραφία αναφέρουν ότι η ανάπτυξη άσθματος ή σταθερού βαροτραύματος κατά τη διάρκεια του παιξίματός μπορεί να είναι η αιτία που επηρεάζει την πνευμονική λειτουργία σε μουσικούς που παίζουν πνευστά.

Οι Al-Ashkar et al. [32] διεξήγαγαν μια περιγραφική μελέτη για την ερμηνεία των δοκιμασιών της πνευμονικής λειτουργίας. Η μελέτη αποκαλύπτει ότι θα πρέπει πρώτα να γίνει κατανοητό το μοτίβο ανωμαλίας. Το ιστορικό των ασθενών θα πρέπει να λαμβάνεται πολύ καλά υπόψη για να διαπιστωθούν οι αιτίες των ανωμαλιών. Ο συγγραφέας αναφέρεται σαφώς στις ενδείξεις των δοκιμασιών πνευμονικής λειτουργίας που μπορεί να αποδειχθούν χρήσιμες σε σχετικές μελέτες. Μια συστηματική προσέγγιση που δίνεται εδώ, περιλαμβάνει τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενούς καταρχάς για την επιβεβαίωση και δεύτερον για τον έλεγχο της αποδοχής και της επαναληψιμότητας. Το τελικό βήμα θα ήταν αφενός η ερμηνεία των αποτελεσμάτων με τον καθορισμό του εάν το μοτίβο είναι παρεμποδιστικό, περιοριστικό, ή κανονικό και στη συνέχεια η διαπίστωση της σοβαρότητας του ελαττώματος.

Η πιο κοινή αξιολόγηση της αναπνοής είναι ο όγκος των πνευμόνων (LV). Βασικές μετρήσεις είναι οι LV στην αρχή και στο τέλος κάθε φράσης με τη διαφορά μεταξύ αυτών να είναι η ποσότητα του αέρα που χρησιμοποιείται (για την κανονικοποίηση των συγκρίσεων οι μετρήσεις LV εκφράζονται ως ποσοστό της ζωτικής χωρητικότητας του ατόμου [%VC], η οποία μετριέται, όταν ο τραγουδιστής εισπνέει σε πλήρη χωρητικότητα και στη συνέχεια εκπνέει όσο το δυνατόν περισσότερο). Κατά μέσο όρο οι τραγουδιστές αρχίζουν τις φράσεις στο 70- 80%VC και τελειώνουν στο 30-50%VC [33]. Ο μονωδός είναι πολύ συνεπής στις μετρήσεις LV [34], αλλά οι χορωδοί

διαφέρουν αρκετά [35].

Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα δεν έχουν καταλήξει σε οριστικά συμπεράσματα ως προς την επίδραση που έχει η επαγγελματική ενασχόληση με πνευστό μουσικό όργανο ή τη μονωδία στην αναπνευστική λειτουργία. Ωστόσο διαπιστώνονται άλλου βαθμού επιδράσεις στο αναπνευστικό σύστημα, οι οποίες στην πλειονότητά τους είναι ευεργετικές, ενώ επισημαίνεται και η γενικότερη ευεργετική επίδραση της συστηματικής ενασχόλησης με τη μουσική στη γενική κατάσταση υγείας του ανθρώπου. Οι σχετικά λίγες σχετικές μελέτες που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, ο μάλλον μικρός αριθμός μουσικών πνευστών οργάνων που εμπλέκονται, αλλά και οι πρακτικές δυσκολίες στην πραγματοποίηση των μελετών (ζητήματα που αφορούν από την εκούσια συμμετοχή μέχρι την ποικιλία των οργάνων και των απαιτήσεων από το αναπνευστικό σύστημα) πιθανόν να ευθύνονται και για την απουσία οριστικών συμπερασμάτων. Ένα σημείο που χρήζει ιδιαίτερης διερεύνησης είναι οι διαφορές μεταξύ των μουσικών που ασχολούνται με διαφορετικά πνευστά όργανα, καθώς όργανα που απαιτούν υψηλότερες πιέσεις έχουν και μεγαλύτερες απαιτήσεις από τους μουσικούς και το αναπνευστικό τους σύστημα. Συνεπώς είναι πιθανότερο να προκαλούν και μεταβολές στην αναπνευστική λειτουργία. Μελλοντικές μελέτες που θα περιλαμβάνουν μεγαλύτερο αριθμό μουσικών και χορωδών ίσως να διαθέτουν ισχυρότερη στατιστική ισχύ και μπορεί να προσφέρουν περισσότερα δεδομένα, όσον αφορά στην πληρέστερη μελέτη της αναπνευστικής λειτουργίας των μουσικών πνευστών οργάνων όσο και των μονωδών.

Πίνακας 3. Μελέτες που αφορούν την αναπνευστική λειτουργία μουσικών πνευστών και χορωδών/ μονωδών

	Αριθμός μουσικών (χορωδών)	Όργανο	Ομάδα Ελέγχου (N)	Έλεγχος αναπνευστικού	Ευρήματα
BOUHUYS	42	Πνευστά (Ξύλινα-Χάλκινα)	0	Σπιρομέτρηση	Αυξημένη VC'
AKGUN	17	Πνευστά (Ζουρνάς)	17	Σπιρομέτρηση	Μειωμένες τιμές
STAUFER	63/17	Πνευστά όργανα/χορωδοί	0	Σπιρομέτρηση	Αυξημένη VC'
BORGIA	47	Πνευστά (Κόρνο)	0	Σπιρομέτρηση,	Αυξημένη VC
SCHORR-LESNICK	48/34	Πνευστά διάφορα/χορωδοί	31	Σπιρομέτρηση, Στοματικές πιέσεις	Καμία Διαφορά
FIZ	12	Πνευστά (Τρομπέτα)	12	Σπιρομέτρηση, Στοματικές πιέσεις	Αυξημένες στοματικές πιέσεις
DENIZ	34	Πνευστά Διάφορα	44	Σπιρομέτρηση	Μειωμένες τιμές αναπνευστικών δεικτών
COSSETTE	3	Πνευστά (Φλάουτο)	0	TV', ZX, Στοματικές πιέσεις	Έλεγχος αναπνευστικής ώσης
ZUSKIN	99	Πνευστά/έγχορδα	41	Σπιρομέτρηση (καμπύλη ροής-όγκου)	Αυξημένος FEV1
KUHJE	100	Πνευστά Διάφορα	100	Σπιρομέτρηση	Υψηλότερος MVV
SAGDEO	155/100	Επαγγελματίες πνευστών/ερασιτέχνες	100	Σπιρομέτρηση	Υψηλότερες τιμές FEV ₁ , FVC, PEFr, MVV, καμία διαφοράς στο λόγο FEV ₁ /FVC,
GOULD	(15)	Χορωδοί	10	Σπιρομέτρηση	RV/TLC χαμηλότερος στους χορωδούς

3.4 Η ευεργετική επίδραση της μουσικής στις αναπνευστικές παθήσεις

Οι ενθαρρυντικές ενδείξεις για την ευεργετική επίδραση της μουσικής στην αναπνευστική λειτουργία είχε ως αποτέλεσμα η έρευνα να στραφεί ακόμα και στο κατά πόσον η μουσική μπορεί να ενισχύσει την πνευμονική λειτουργία ειδικά σε άτομα με παθήσεις των πνευμόνων. Ο Marks (1974) διαπίστωσε ότι η διδασκαλία πνευστών οργάνων στα παιδιά, η ενθάρρυνσή τους να αντέχουν σε μακρές νότες και η ενίσχυση των τεχνικών αναπνοής, μπορεί να βελτιώσει τη ζωτική χωρητικότητα, καθώς επίσης και να ελαττώσει τον υπολειπόμενο όγκο και την υπολειπόμενη χωρητικότητα [38]. Οι Griggs-Drane (2009) επίσης αναφέρουν πολλά φυσιολογικά οφέλη για τους ασθενείς με πνευμονικές ασθένειες [39]. Αυτά περιλαμβάνουν την αυξημένη σωματική αντοχή, αυξημένη εκπνευστική πίεση, αναπνευστική αντοχή καθώς και αυξημένη κάθαρση των αεραγωγών (Griggs-Drane, 1989) [40]. Ο ερευνητής επεσήμανε ότι το παίξιμο σε ένα πνευστό όργανο μιμείται παραδοσιακές θεραπείες για τη θεραπεία ασθενειών των πνευμόνων, καθώς ο μουσικός φυσάει έναντι δύναμης αντίστασης. Οι Lord et al., (2010) μελέτησαν τις επιδράσεις του τραγουδιού για την ενίσχυση της πνευμονικής λειτουργίας σε ασθενείς με ΧΑΠ. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το τραγούδι, παρότι δεν βελτίωσε τις αναπνευστικές παραμέτρους ή την ικανότητα άσκησης, βελτίωσε ωστόσο την ποιότητα ζωής και ελάττωσε το άγχος. Οι ερευνητές πιθανολογούν ότι η αύξηση της συχνότητας των συνεδριών τραγουδιού θα μπορούσε να επιφέρει ακόμα και φυσιολογικές μεταβολές στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος, εάν συνεχίζονταν επί μακρό [41].

Ο Azoulay (2009) απέδειξε επίσης την επίδραση της μουσικοθεραπείας στους ενήλικες με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Εστιάζοντας την προσοχή τους στο παίξιμο του οργάνου οι ασθενείς βελτίωναν την πνευμονική τους λειτουργία, ενώ είχαν και την προσωπική τους ευχαρίστηση και δημιουργικότητα ως ένα επιπλέον κίνητρο συμμετοχής στη διαδικασία [42]. Οι Raskin και Azoulay (2009) περιγράφουν επίσης τα οφέλη του τραγουδιού και του παιξίματος πνευστών οργάνων σε ασθενείς με άσθμα. Υποστήριξαν τη χρήση της μουσικής για την ενίσχυση του κορεσμού σε οξυγόνο, του καρδιακού ρυθμού, της αναπνοής, για τη μείωση του άγχους και της κατάθλιψης και για την εν γένει βελτίωση της ποιότητας ζωής. Συνολικά το τραγούδι θεωρείται ως μια

συμπεριφορά που μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της ψυχολογικής δυσφορίας σε υγιείς και ασθενείς. Και άλλοι ερευνητές που πειραματίστηκαν με το πνευστό μουσικό όργανο των Αβορίγινων της Αυστραλίας, το didgeridoo, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αναπνευστική λειτουργία των πασχόντων μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά [43].

Το τραγούδι μπορεί να αποτελέσει μια μη φαρμακολογική μέθοδο για να βοηθηθούν τα άτομα ώστε να αποκτήσουν τον έλεγχο των αναπνευστικών τους παθήσεων μέσω της βελτίωσης της ψυχικής τους ευεξίας και την εξάλειψη της ψυχολογικής δυσφορίας που συνοδεύει τις χρόνιες ασθένειες, αλλά και ενδεχομένως μέσω πραγματικής βελτίωσης των φυσιολογικών παραμέτρων του αναπνευστικού συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ

Η εργοσπιρομετρία (ή καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης) είναι μια δοκιμασία ελέγχου της λειτουργικής επάρκειας και των εφεδρειών του αναπνευστικού, του καρδιαγγειακού και του μυϊκού συστήματος σε συνθήκες stress [44]. Πρόκειται για μια σημαντική διαγνωστική τεχνική, με την οποία εκτιμάται από λειτουργική σκοπιά η καρδιοπνευμονική λειτουργία, η απόδοση καθώς και ο τύπος (αερόβιος/αναερόβιος) του μεταβολισμού. Αναφέρεται και ως δοκιμασία καρδιοπνευμονικής κόπωσης ανάλογα με τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται και με τα οποία διενεργείται η εξέταση και ερμηνεύονται τα αποτελέσματά της. Είναι μια αντικειμενική και μη παρεμβατική μέθοδος ακριβούς διερευνήσεως και εκτιμήσεως της καρδιοπνευμονικής λειτουργίας. Μέχρι σήμερα έχει συγκεντρωθεί και αναλυθεί ικανή ποσότητα πληροφοριών και βιβλιογραφικών δεδομένων, που επιτρέπει σε πολλές ιατρικές ειδικότητες να επωφεληθούν, καθώς η εργοσπιρομετρία χρησιμεύει στη μελέτη διαφόρων προβλημάτων του αναπνευστικού, καρδιαγγειακού, ερειστικού, παιδιατρικού, αθλητιατρικού πεδίου, όπως και του μεταβολισμού, της διατροφολογίας, της διαιτητικής και της μελέτης του βασικού μεταβολισμού [45-47]. Η εργοσπιρομετρία μπορεί επίσης να βοηθήσει να δοθούν απαντήσεις σχετικά με την καρδιαγγειακή ή/και την αναπνευστική ή μεταβολική προέλευση παθολογικών τύπων αναπνοής.

Με την εργοσπιρομετρία μπορούν να καταγραφούν, να συσχετισθούν και αντικειμενικά να αξιολογηθούν οι παρακάτω κλινικές παράμετροι:

- ΗΚΓ ηρεμίας
- ΗΚΓ κατά την κόπωση
- αρτηριακή πίεση και οι διακυμάνσεις της
- ο μεταβολικός ρυθμός, κατά την ηρεμία
- η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου, VO₂
- ο μεταβολικός ρυθμός κατά την κόπωση
- διατροφικοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται στην άσκηση
- αερόβιος ουδός
- αναερόβιος ουδός
- κλασματική χρήση της VO₂

- η ισχύς της VO₂ στην αναερόβια ουδό
- μέγιστη καρδιακή συχνότητα
- αποκατάσταση της καρδιακής συχνότητας
- αναπνευστικές εφεδρείες
- το οξυγόνο παλμού

Οι παράμετροι αυτές, που καταγράφονται με μη παρεμβατική μέθοδο, επιτρέπουν τη διακρίβωση της αιτίας και της βαρύτητας μιας απόκλισης από το φυσιολογικό των εμπλεκόμενων οργανικών συστημάτων, το σχεδιασμό και τον αντικειμενικό έλεγχο της συνιστώμενης θεραπείας [49-51].

Οποιαδήποτε νοσηρή κατάσταση εξ αιτίας της οποίας το πάσχον σύστημα (αναπνευστικό, καρδιαγγειακό κ.λ.π) υστερεί στην ικανοποίηση των αυξημένων μεταβολικών αναγκών για αυξημένη πρόσληψη O₂ και αυξημένη αποβολή CO₂, εκδηλώνεται πρωτίστως ως μειωμένη ικανότητα για άσκηση και η δοκιμασία άσκησης τερματίζεται πρόωρα, είτε λόγω μεγάλης έντασης κάποιου συμπτώματος (π.χ δύσπνοια, προκάρδιο άλγος, κόπωση μυών κάτω άκρων), είτε λόγω εμφάνισης κάποιου παθολογικού ευρήματος, όπως ηλεκτροκαρδιογραφικές αλλοιώσεις, υπερβολική αύξηση αρτηριακής πίεσης, οξυαιμοσφαιρινικός αποκορεσμός κ.λ.π.. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της εργοσπιρομετρίας αρχίζει από την εκτίμηση της ικανότητας για άσκηση και ακολουθείται από την μελέτη των αποκρίσεων των επιμέρους συστημάτων έτσι ώστε να καταλήξει στον εντοπισμό του πάσχοντος συστήματος. Η εργοσπιρομετρία συνήθως υποδεικνύει το πάσχον σύστημα και όχι την νόσο εκτός από ειδικές περιπτώσεις όπως το άσθμα κατά την άσκηση ή η ψυχογενής δύσπνοια [52-57].

Ενδείξεις εργοσπιρομετρίας

Οι ενδείξεις για την πραγματοποίηση της εργοσπιρομετρίας συνήθως περιλαμβάνουν ένα ειδικό σύμπτωμα το οποίο εμφανίζεται κατά την διάρκεια προσπάθειας ή περιορίζει κάποιες από τις καθημερινές δραστηριότητες του ασθενούς όπως η δύσπνοια ή το θωρακικό άλγος. Η εργοσπιρομετρία μπορεί ακόμα να παραγγελθεί στα πλαίσια της προεγχειρητικής εκτίμησης, προκειμένου να εκτιμηθούν οι συνέπειες κάποιας επαγγελματικής έκθεσης, για διάγνωση ανικανότητας για εργασία ή αναπηρίας, για διάγνωση άσθματος μετά από άσκηση ή για τον καθορισμό της

ικανότητας για άσκηση ενός ασθενούς πριν αυτός ενταχθεί σε κάποιο πρόγραμμα άσκησης. Επιπρόσθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ασθενών με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, χρόνια πνευμονική αγγειακή νόσο ή καρδιαγγειακή νόσο [44, 58-62] .

Τιμές αναφοράς

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων το πρωτόκολλο της εργοσπιρομετρίας είναι η μέγιστη, περιοριζόμενη από τα συμπτώματα άσκηση με βαθμιαία αυξανόμενο φορτίο έργου σε εργομετρικό ποδήλατο ή σε κυλιόμενο τάπητα. Υπάρχει δυνατότητα και για υπομέγιστη άσκηση σταθερού έργου η οποία βασίζεται σε γνώση των μέγιστων τιμών οι οποίες έχουν προκύψει από μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης. Επειδή η εργοσπιρομετρία επηρεάζεται και από το μέσο της άσκησης (ποδήλατο ή κυλιόμενος τάπητας), αλλά και από το πρωτόκολλο (μέγιστη ή υπομέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία, βαθμιαία αυξανόμενο ή σταθερό φορτίο έργου), οι τιμές αναφοράς θα πρέπει να αντιστοιχούν στο μέσο και στο πρωτόκολλο, με τα οποία υποβλήθηκε στην δοκιμασία ο ασθενής[44,63-65].

Εκτίμηση της προσπάθειας του εξεταζόμενου.

Η προσπάθεια του ασθενούς εκτιμάται ως μέγιστη, όταν υφίσταται κάτι από τα παρακάτω [44,66]:

1. Ο ασθενής επιτυγχάνει την προβλεπόμενη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂ peak) ή παρατηρείται plateau στην VO₂ peak
2. Επιτυγχάνεται το μέγιστο προβλεπόμενο φορτίο έργου (WR_{max})
3. Φθάνει σε επίπεδα (>90%) της μέγιστης προβλεπόμενης καρδιακής συχνότητας (HR max).
4. Υπάρχουν ελαττωμένες αναπνευστικές εφεδρείες, που σημαίνει ότι ο μέγιστος αερισμός (VE_{max}) προσεγγίζει (>85%) ή υπερβαίνει τον μέγιστο εκούσιο αερισμό (MVV).
5. Αναπνευστικό πηλίκο (RER)>1.15
6. Εξάντληση του ασθενούς-Έντονα συμπτώματα (9-10 στην κλίμακα Borg για δύσπνοια ή κόπωση κάτω άκρων)

Σημειώνεται ότι η υποξαιμία (<55mmHg) ή ο αποκορεσμός (<88%) στη διάρκεια της δοκιμασίας δεν συνεπάγονται υποχρεωτικά μέγιστη προσπάθεια, αφού μπορεί να εμφανισθούν και σε υπομέγιστα επίπεδα, προκειμένου για νόσους, όπως η διάμεση πνευμονοπάθεια ή οι νόσοι του πνευμονικού αγγειακού δικτύου. Επίσης στην περίπτωση βαλβιδοπάθειας ή στεφανιαίας νόσου είναι δυνατό να εμφανισθούν αυξομειώσεις της καρδιακής συχνότητας και της αρτηριακής πίεσης, ΗΚΓφικές αλλοιώσεις ή θωρακικό άλγος σε υπομέγιστα επίπεδα έντασης [67-69].

Αίτια διακοπής της εργοσπιρομετρίας.

Ως αίτια διακοπής της εργοσπιρομετρίας θεωρούνται είτε τα συμπτώματα που αναφέρει ο εξεταζόμενος (δύσπνοια, ζάλη, κόπωση, άλγος κλπ), είτε οι παρατηρήσεις του εξεταστή (όπως είναι η εξάντληση ασθενούς, η ωχρότητα, η αταξία, τα ΗΚΓ ευρήματα, σοβαρός αποκορεσμός κλπ) [44,60].

Φυσιολογική καρδιοπνευμονική δοκιμασία κόπωσης

Μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO₂max)

Η VO₂max εκφράζεται καλύτερα σε ml O₂ ανά Kg σωματικού βάρους και αντιστοιχεί στο μέγιστο διαθέσιμο O₂ για την μετακίνηση ενός kg σωματικού βάρους. Μετριέται αντικειμενικά με την σταδιακή αύξηση του εκτελούμενου έργου, ωστόσο η κλίση της αύξησης του VO₂ ανά μονάδα αύξησης του έργου, είτε μειώνεται, είτε εμφανίζει plateau. Όλα σχεδόν τα φυσιολογικά άτομα μπορούν να φθάσουν το VO₂max, αλλά ασθενείς με πνευμονικές ή καρδιακές παθήσεις σπάνια επιτυγχάνουν το επίπεδο αυτό, λόγω εμφάνισης συμπτωματολογίας που αναγκάζει σε διακοπή της δοκιμασίας κόπωσης [44,61,70-81].

Η αύξηση του VO₂ με την αύξηση του έργου μπορεί να επιτευχθεί με την αύξηση και ανακατανομή της καρδιακής παροχής, με τη διατήρηση της περιεκτικότητας σε O₂ του αρτηριακού αίματος και με την αύξηση της εξαγωγής του O₂ από τους μύες :

$VO_{2max} = Q_{max} \times \text{arteriovenous O}_2 \text{ content difference}$ (Q=καρδιακή παροχή).

Οι περιορισμοί στην επίτευξη του VO₂max οφείλονται σε ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω:

1. Χαμηλό pO₂ και χαμηλός κορεσμού της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο,
2. Περιορισμοί στην επίτευξη μέγιστης καρδιακής παροχής ή στην επάρκεια ροής αίματος στους μύες.

3. Χαμηλή εξαγωγή O₂ από τους μύες η οποία πρωτίστως καθορίζεται από τη διαφορά πίεσης του O₂ μεταξύ τριχοειδούς και μιτοχονδρίου και από την μεταβολική δραστηριότητα των μυών

Ισχύει η σχέση: *συστηματική παροχή O₂ = καρδιακή παροχή (Q) x αρτηριακή περιεκτικότητα O₂ (CaO₂)* .

Η συστηματική παροχή O₂ καθορίζει το τριχοειδικό pO₂ των μυών και η ιστική διαχυτική ικανότητα καθορίζει την κίνηση του O₂ μέσω της κλίσης του pO₂ από τα τριχοειδή στα μιτοχόνδρια. Η οδός διάχυσης περιλαμβάνει την αποδέσμευση του O₂ από την αιμοσφαιρίνη, τη δίοδο από τα ερυθροκύτταρα στο πλάσμα, τη δίοδο από το τριχοειδές δια του διάμεσου υγρού των ιστών στην μυοσφαιρίνη των μυών και τέλος τη μεταφορά στο μιτοχόνδριο. Συνεπώς για κάθε παροχή O₂ στα τριχοειδή, ο ρυθμός διάχυσης από τα τριχοειδή στα μιτοχόνδρια (dtO₂) καθορίζει το VO₂max [44, 71-80]:

$$VO_{2\max} = dtO_2 \times (P_{capO_2} - P_{mit O_2})$$

Η καρδιακή παροχή είναι σοβαρός περιοριστικός παράγων, διότι πέρα από ένα επίπεδο μέγιστου έργου το Q δεν μπορεί να αυξηθεί επαρκώς, ώστε η μεταφορά O₂ να διατηρήσει το pO₂ στα τριχοειδή και να επιτυγχάνεται ικανοποιητική διάχυση O₂ σε όλα τα μιτοχόνδρια [44].

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1 Σκοπός

Η παρούσα μελέτη είχε ως σκοπό να διερευνήσει την αναπνευστική λειτουργία των επαγγελματιών μουσικών πνευστών οργάνων και ομάδας χορωδών /μονωδών συγκριτικά με μια ομάδα ελέγχου υγιών ατόμων, αντιστοίχου φύλου και ηλικίας με τη χρήση συμβατικής σπιρομετρίας και εργοσπιρομετρίας.

5.2 Δείγμα και Διαδικασία

Πραγματοποιήθηκε συμβατική σπιρομετρική μελέτη και ακολούθησε μελέτη εργοσπιρομετρίας σε νέο δείγμα μουσικών πνευστών οργάνων και χορωδών και νέα ομάδα ελέγχου.

A. Σπιρομετρία

Η πειραματική ομάδα περιελάμβανε 45 άνδρες και 35 γυναίκες, 58 τραγουδιστές της όπερας και σολίστ, καθώς και συνολικά 22 οργανοπαίκτες πνευστών οργάνων (οι λεγόμενοι «πνευστοί»). Στην ομάδα ελέγχου συμμετείχαν επίσης 80 άτομα αντιστοίχου ηλικίας και φύλου με την πειραματική ομάδα. Οι μάρτυρες ήταν όλοι οι μη-καπνιστές, υγιή άτομα. Οι «πνευστοί» ήταν όλοι επαγγελματίες και συμμετείχαν στη μελέτη, ανεξάρτητα από το πνευστό τους, ενώ οι τραγουδιστές της όπερας και οι χορωδοί/σολίστες είχαν τουλάχιστον πέντε χρόνια εμπειρία συστηματικής ενασχόλησης με το αντικείμενο. Η συμμετοχή στη μελέτη ήταν εθελοντική, ενώ οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι τα δεδομένα προορίζονταν για επιστημονική χρήση.

Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο αυτο-αξιολόγησης το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικά με τις συνήθειες καπνίσματος και την παρουσία συνοδών νοσημάτων. Τα άτομα με οποιαδήποτε οξεία ή χρόνια αναπνευστική νόσο αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Η ταυτοποίηση των συνοδών νοσημάτων βασίστηκε στο βιβλιάριο υγείας του κάθε ασθενούς και στο είδος των φαρμάκων που λαμβάνονταν. Οι

συμμετέχοντες υπεβλήθησαν στη συνέχεια σε φυσική εξέταση, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης του δείκτη μάζας σώματος (BMI), και σπυρομέτρηση. Ο ΔΜΣ υπολογίστηκε ως το σωματικό βάρος διαιρούμενο με το τετράγωνο του ύψους (που εκφράζεται σε kg / m²). Άτομα με ιστορικό > 100 τσιγάρα στη διάρκεια της ζωής τους θεωρήθηκαν ως καπνιστές. Η σπυρομέτρηση πραγματοποιήθηκε με ένα ξηρό σπυρόμετρο (Spirulab II), σύμφωνα με τις συστάσεις της Αμερικανικής Θωρακικής Εταιρείας. Έλεγχοι βαθμονόμησης πραγματοποιούνταν κάθε πρωί, 30 λεπτά πριν από την έναρξη του προγράμματος σπυρομέτρησης. Οι δοκιμασίες εκπνοής επαναλήφθηκαν μέχρις ότου ελήφθησαν δύο αναπαραγωγίμες αποδεκτές δοκιμές και καταγράφηκαν ο καλύτερος εκπνεόμενος όγκος στο 1ο δευτερόλεπτο (FEV₁), η βίαιη ζωτική χωρητικότητα (FVC), και ο λόγος FEV₁ /FVC. Η σπυρομέτρηση πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της πρόβας ή σε μουσικά σχολεία.

B. Εργοσπυρομετρία

Η πειραματική ομάδα περιελάμβανε 7 άνδρες και 8 γυναίκες. Όλοι οι άνδρες ήταν μουσικοί πνευστών οργάνων, ενώ 5 γυναίκες ήταν τραγουδίστριες της όπερας και 3 ήταν μουσικοί πνευστών. Όλοι οι άνδρες στην πειραματική ομάδα ήταν συστηματικοί καπνιστές (τουλάχιστον 10 τσιγάρων την ημέρα). Η ομάδα ελέγχου περιελάμβανε 15 ασθενείς, 8 άνδρες και 7 γυναίκες. Ήταν όλοι τους μη καπνιστές, υγιή άτομα. Οι οργανοπαίχτες των πνευστών ήταν όλοι επαγγελματίες και συμμετείχαν στη μελέτη, ανεξάρτητα από το είδος του πνευστού οργάνου, ενώ οι τραγουδιστές της όπερας είχαν εμπειρία τουλάχιστον για πέντε χρόνια συστηματικής εκπαίδευσης και φωνητικών εκτελέσεων. Η συμμετοχή στη μελέτη ήταν εθελοντική. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι τα δεδομένα προορίζονταν για επιστημονική χρήση.

Καρδιοπνευμονική δοκιμασία

Οι συμμετέχοντες ασκούσαν σε ηλεκτρονικό κυκλικό εργόμετρο (Ergoselect 100, Ergoline, Γερμανία) και αξιολογήθηκαν όλες οι προβλεπόμενες αναπνευστικές και καρδιακές παράμετροι (CPX Κύρια Οθόνη -Viasys Υγείας, Γερμανία). Η αύξηση του φορτίου έγινε με τη μέθοδο ramp, έτσι ώστε να καθοριστούν το μέγιστο φορτίο (σε

Watts), το αναερόβιο κατώφλι (AVT) και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2peak}). Το φορτίο ξεκίνησε με 20 Watt και αυξανόταν κατά 20 watts / min. Πριν από τη δοκιμή, οι συμμετέχοντες εγκλιματίστηκαν στον εργομετρικό κύκλο για 1- 3 λεπτά προθέρμανσης (χωρίς φορτίο) και μετά τη δοκιμή ακολουθούσε για 5 λεπτά ανάκτηση (recovery), χωρίς φορτίο. Κάθε δοκιμή τερματίστηκε λόγω κόπωσης του συμμετέχοντα ή επειδή κατακτήθηκε το μέγιστο δυνατό επίπεδο της άσκησης, όπως προέκυψε από την αναλογία του αναπνευστικού πηλίκου ανταλλαγής (RER) > 1.10, τον καρδιακό ρυθμό > 80% της προβλεπόμενης HR_{max} και το οροπέδιο της κατανάλωσης οξυγόνου με την αύξηση του φορτίου. Κατά τη διάρκεια του ρυθμού ελήφθη ΗΚΓ 12 απαγωγών και παρακολουθούνταν συνεχώς και η αρτηριακή πίεση μετρούμενη κάθε δύο λεπτά χρησιμοποιώντας χειροκίνητη μανομετρία περιχειρίδα (Mac, Japan) σε μια ακρίβεια μέτρησης $\pm 3\text{mmHg}$.

Ηθική και Δεοντολογία

Η επιτροπή βιοηθικής του Παν/μίου Θεσσαλίας ενέκρινε τη μελέτη, σύμφωνα με τη Διακήρυξη των Ηθικών Αρχών για την ιατρική έρευνα σε ανθρώπους του Ελσίνκι.



Εικόνα 1. Το εργαστήριο της εργοσπιρομετρίας στην Πνευμονολογική Κλινική της Ιατρικής σχολής του Παν/μίου Θεσσαλίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

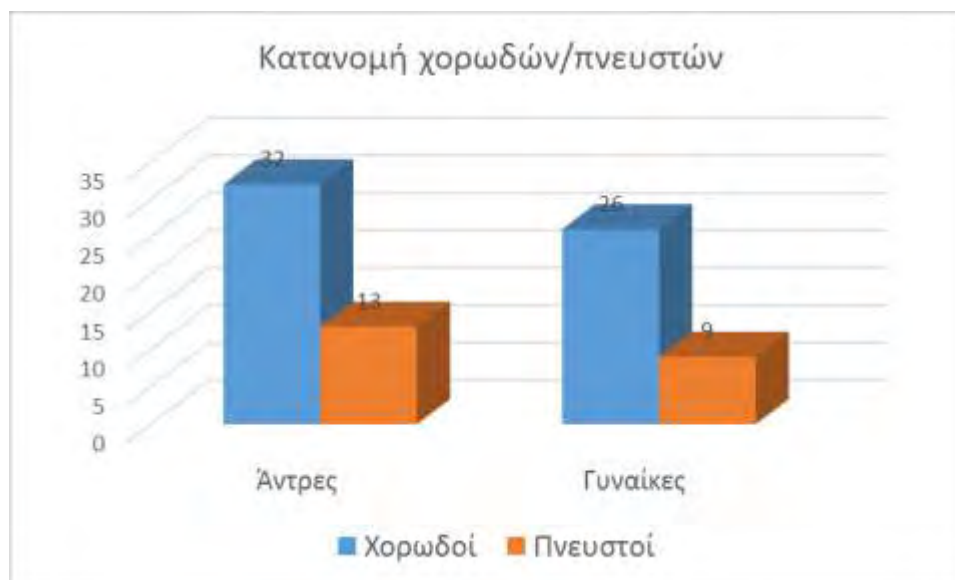
6.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Η μέση ηλικία της πειραματικής ομάδας ήταν 47,9 (15,5) ετών για τους άνδρες και 46,6 (16,8) για τις γυναίκες. Οι τιμές BMI ήταν 27,2 (5,0) kg / m² και 24,0 (3,0) kg / m² αντίστοιχα. Δεκατρείς άνδρες (28,9%) και 7 γυναίκες (20,0%) ήταν καπνιστές. Η αρτηριακή υπέρταση ήταν η πιο συχνή συννοσηρότητα (20% στους άνδρες και 11,4% στις γυναίκες) (πίνακας 1-3 και γραφ.1-3).

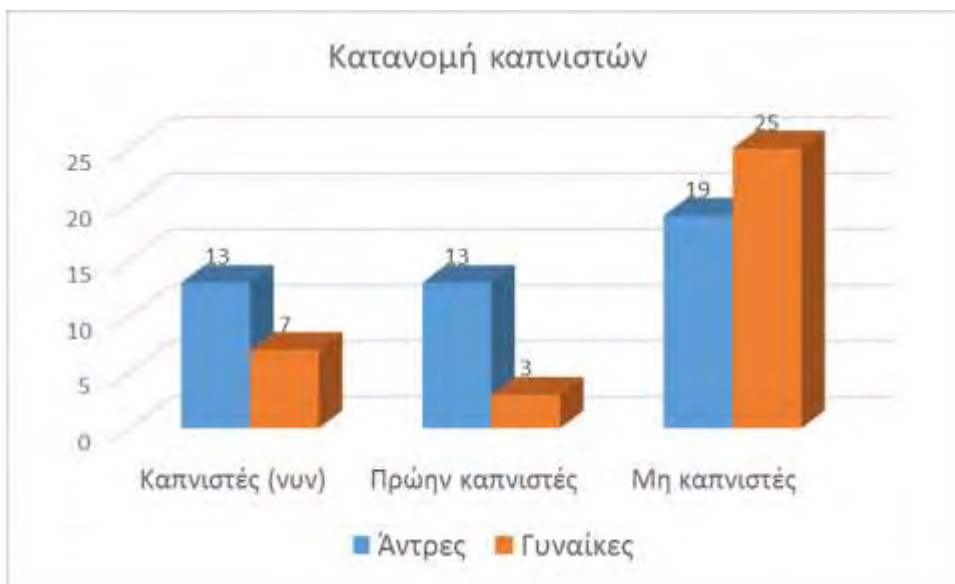
Πίνακας 1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά και κάπνισμα

	ΑΝΔΡΕΣ (N=45)	ΓΥΝΑΙΚΕΣ (N=35)
	ΜΤ (ΤΑ)	ΜΤ (ΤΑ)
Ηλικία	47,9 (15,5)	46,6(16,8)
BMI	27,2 (5,0)	24,02 (3,0)
Κάπνισμα		
	N(%)	N(%)
Καπνιστές (νυν)	13 (28,9)	7(20,0)
Πρώην καπνιστές	13(28,1)	3(8,6)
Μη καπνιστές	19(42,2)	25 (71,4)

Γράφημα 1. Η κατανομή χορωδών και πνευστών στο δείγμα της σπιρομετρίας ανά φύλο



Γράφημα 2. Η κατανομή των καπνιστών στο δείγμα της σπιρομετρίας ανά φύλο



Πίνακας 2. Η συννοσηρότητα στους άνδρες του δείγματος

	Άντρες	
	N	%
Αρτηριακή υπέρταση	9	20,0
Υπερλιπιδαιμία	1	2,2
Σακχαρώδης διαβήτης	1	2,2
Άλλο χρόνιο αναπνευστικό πρόβλημα	1	2,2
Ιστορικό άσθματος	2	4,4
Ιστορικό αλλεργικής ρινίτιδας	4	8,8
Ιστορικό αλλεργικής δερματίτιδας	1	2,2

Πίνακας 3. Η συννοσηρότητα στις γυναίκες του δείγματος

	Γυναίκες	
	N	%
Αρτηριακή υπέρταση	4	11,4
Υπερλιπιδαιμία	2	5,7
Πνευμονική υπέρταση	1	2,9
Σακχαρώδης διαβήτης	1	2,9
Κατάθλιψη	1	2,9
Κακοήθεια	1	2,9
Οστεοπενία	6	17,1
Άλλο χρόνιο αναπνευστικό πρόβλημα	3	8,5
Ιστορικό άσθματος	1	2,9

Καθημερινή χρήση αλκοόλ έκανε το 9,1 των ανδρών και το 2,8% των γυναικών. Το 18,2% των ανδρών κατανάλωνε αλκοόλ λιγότερο από 1 φορά το μήνα, ενώ το αυτό ίσχυε για το 36,1% των γυναικών.

Πίνακας 4. Η χρήση αλκοόλ στους άνδρες του δείγματος

		N	%
Άντρες	Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 12 μηνών, πόσο συχνά καταναλώνετε αλκοολούχο ποτό;		
	Καθημερινά	4	9,1
	5-6 φορές την εβδομάδα	2	4,5
	1-4 μέρες την εβδομάδα	4	9,1
	1-3 μέρες την εβδομάδα	10	22,7
	Λιγότερο από 1 φορά το μήνα	8	18,2
	Άρνηση απάντησης	0	0,0
	Έλλειψη απάντησης	1	2,3
	Ελλείπουσες τιμές	15	34,1
	Σύνολο	44	100,0

Πίνακας 5. Η χρήση αλκοόλ στις γυναίκες του δείγματος

		N	%
Γυναίκες	Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 12 μηνών, πόσο συχνά καταναλώνετε αλκοολούχο ποτό;		
	Καθημερινά	1	2,8
	5-6 φορές την εβδομάδα	0	0,0
	1-4 μέρες την εβδομάδα	1	2,8
	1-3 μέρες την εβδομάδα	10	27,8
	Λιγότερο από 1 φορά το μήνα	13	36,1
	Άρνηση απάντησης	0	0,0
	Έλλειψη απάντησης	5	13,9
	Ελλείπουσες τιμές	6	16,7
	Σύνολο	36	100,0

Άνδρες και γυναίκες ξεκίνησαν το κάπνισμα περίπου στα 19 τους χρόνια με τη μέση κατανάλωση να φτάνει το ένα πακέτο την ημέρα και στα δύο φύλα.

Πίνακας 6. Η καπνισματική συνήθεια στους άνδρες του δείγματος

		MT	TA
Άντρες	Κάπνισμα		
	Ηλικία έναρξης (έτη)	19,79	6,42
	Ηλικία διακοπής (έτη)	38,30	10,90
	Τσιγάρα/ημέρα	22,22	21,10
	Έτη καπνίσματος	24,07	12,04
	PYS	20,18	15,88
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

Πίνακας 7. Η καπνισματική συνήθεια στις γυναίκες του δείγματος

		MT	TA
Γυναίκες	Κάπνισμα		
	Ηλικία έναρξης (έτη)	19,00	3,24
	Ηλικία διακοπής (έτη)	44,67	9,50
	Τσιγάρα/ημέρα	19,40	7,01
	Έτη καπνίσματος	17,22	11,49
	PYS	18,21	16,66
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση PYS: PacketYears			

Χορωδοί και «πνευστοί» δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά όσον αφορά τις τιμές σπυρομέτρησης, αν και οι άνδρες «πνευστοί» παρουσίασαν υψηλότερες τιμές FEV₁, ενδεικτικές στατιστικής σημαντικότητας σε σύγκριση με τους ομολόγους τους χορωδούς ($p = 0.099$).

Η πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους στην FVC και στον FEV₁ τιμές (καλύτερες επιδόσεις στην πραγματική τιμή και στην προβλεπόμενη- $p = 0,002$ και $p = 0,008$, αντίστοιχα, για την FVC, $p = 0,009$ και $p = 0,023$ αντίστοιχα για τον FEV₁) και στις τιμές της PEF_R (οι άνδρες τόσο στην πραγματική, όσο και στην προβλεπόμενη, οι γυναίκες μόνο στην πραγματική- $p = 0,001$).

Όσον αφορά την αναλογία FEV₁ / FVC, οι διαφορές ανιχνεύθηκαν μόνο στις γυναίκες ($p = 0.001$, για τις προβλεπόμενες τιμές) (πίνακες 8-11).

Πιο αναλυτικά, η τιμή FEV₁ στους άνδρες μονωδούς/«πνευστούς» ήταν 3,71±0,88 έναντι 3,16±0,74 της ομάδας ελέγχου, ενώ αντίστοιχα για την FVC οι τιμές ήταν 4,52±0,84 έναντι 3,85±0,84 της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 8. Η αναπνευστική λειτουργία στους άντρες της μελέτης (χορωδοί/μουσικοί πνευστών οργάνων vs ομάδα ελέγχου)

	Άντρες		
	Μονωδοί/«Πνευστοί»	Ομάδα ελέγχου	p
	MT±TA (N=45)	MT±TA (N=35)	
FVC	4,52±0,84	3,85±0,84	0,002
FVC (pred)	98,69±13,07	89,62±14,01	0,008
FEV1	3,71±0,88	3,16±0,74	0,009
FEV1 (pred)	100,05±16,50	90,65±16,21	0,023
FEV1/FVC	0,82±0,08	0,82±0,09	0,843
FEV1/FVC (pred)	104,08±9,80	100,96±9,42	0,199
PEFR	8,90±2,00	6,60±2,00	<0,001
PEFR (pred)	100,40±18,80	76,70±19,80	<0,001
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

FEV1: Forced expiratory volume in 1 sec.

FVC: Forced vital capacity

PEFR: Peak expiratory flow rate

Για τις γυναίκες, η τιμή FEV₁ στις μονωδούς/«πνευστούς» ήταν 2,90±0,60 έναντι 2,50±0,60 της ομάδας ελέγχου, ενώ αντίστοιχα για την FVC οι τιμές ήταν 3,40±0,60 έναντι 2,90±0,70 της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 9. Η αναπνευστική λειτουργία στις γυναίκες της μελέτης (χορωδοί/μουσικοί πνευστών οργάνων vs ομάδα ελέγχου)

	Γυναίκες		
	Μονωδοί/Πνευστοί	Ομάδα ελέγχου	p
	MT±TA (N=35)	MT±TA (N=35)	
FVC	3,40±0,60	2,90±0,70	0,010
FVC (pred)	104,20±17,70	93,80±13,90	0,005
FEV1	2,90±0,60	2,50±0,60	0,005
FEV1 (pred)	100,7±14,18	92,40±13,50	0,012
FEV1/FVC	0,83±0,10	0,84±0,10	0,663
FEV1/FVC (pred)	106,18±8,86	98,95±7,99	0,001
PEFR	6,30±0,90	5,30±1,20	0,008
PEFR (pred)	88,9±9,60	81,20±15,80	0,125
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

FEV1: Forced expiratory volume in 1 sec.

FVC: Forced vital capacity

PEFR: Peak expiratory flow rate

Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μονωδών/χορωδών και μουσικών πνευστών οργάνων στις γυναίκες.

Πίνακας 10. Η αναπνευστική λειτουργία στις γυναίκες της πειραματικής ομάδας (χορωδοί vs μουσικοί πνευστών οργάνων)

	Γυναίκες		
	Μονωδοί/Χορωδοί	«Πνευστοί»	p
	MT±TA (N=26)	MT±TA (N=9)	
<i>FVC</i>	3,40±0,70	3,60±0,40	0,292
<i>FVC (pred)</i>	102,0±15,2	98,1±7,7	0,475
<i>FEV1</i>	2,8±0,6	3,1±0,5	0,323
<i>FEV1 (pred)</i>	96,6±12,9	97,3±13,7	0,303
<i>FEV1/FVC</i>	0,82±0,1	0,85±0,1	0,231
<i>FEV1/FVC (pred)</i>	104,9±7,2	103,9±11,5	0,776
<i>PEFR</i>	6,5±1,1	6,2±0,9	0,665
<i>PEFR (pred)</i>	90,3±8,9	88,4±10,4	0,780
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

FEV1: Forced expiratory volume in 1 sec. FEF: Forced expiratory flow

FVC: Forced vital capacity

PEFR: Peak expiratory flow rate

Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μονωδών/χορωδών και μουσικών πνευστών οργάνων στις γυναίκες, με εξαίρεση την FEV₁, όπου διαπιστώθηκε διαφορά ενδεικτική στατιστικής σημαντικότητας (p=0,099), με τους μονωδούς να έχουν τιμή 3.51±0.80 και τους μουσικούς πνευστών οργάνων 4.00±0.70

Πίνακας 11. Η αναπνευστική λειτουργία στους άντρες της πειραματικής ομάδας (χορωδοί vs μουσικοί πνευστών οργάνων)

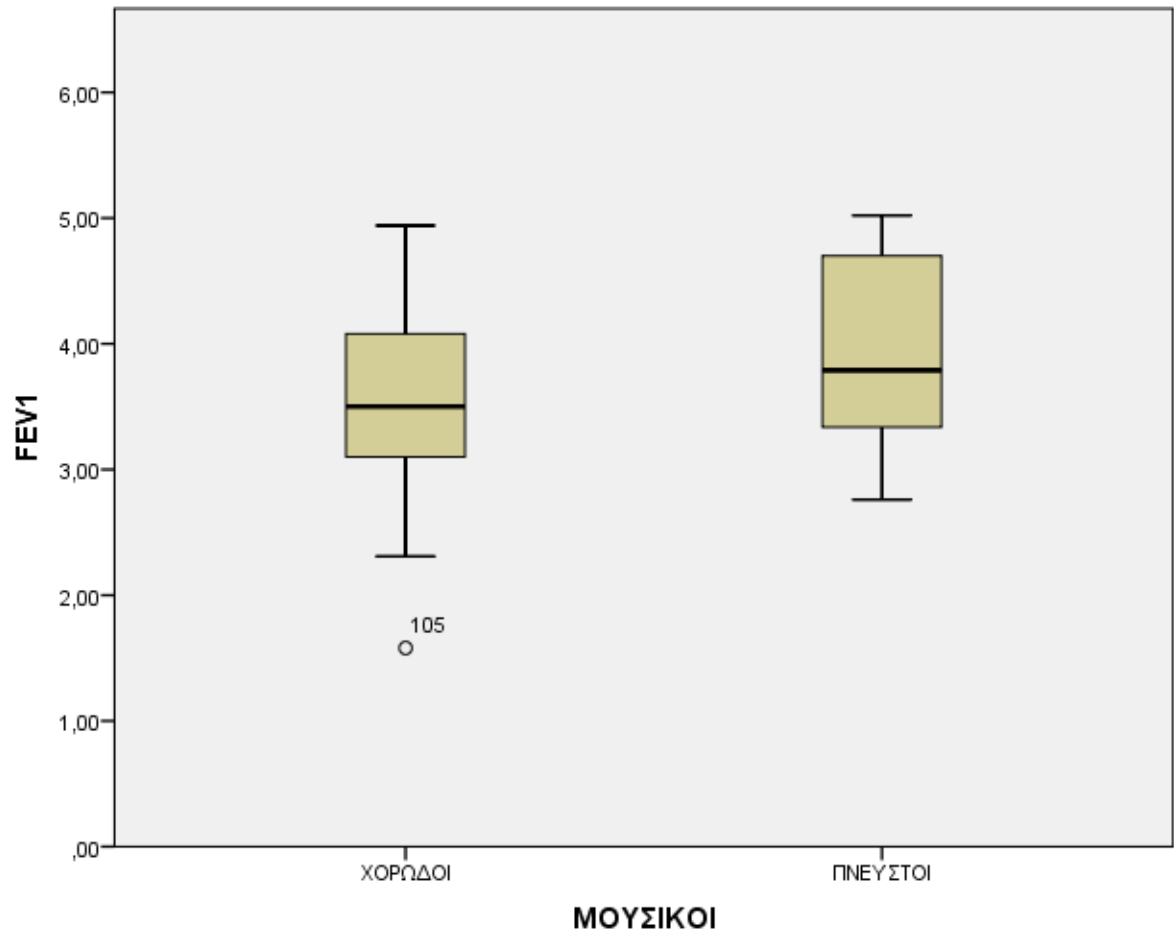
	Άντρες		
	Μονωδοί/Χορωδοί	«Πνευστοί»	p
	MT±TA (N=32)	MT±TA (N=13)	
<i>FVC</i>	4,3±0,8	4,7±0,7	0,193
<i>FVC (pred)</i>	97,1±12,5	101,1±11,9	0,335
<i>FEV1</i>	3,51±0,80	4,00±0,70	0,099
<i>FEV1 (pred)</i>	97,5±16,0	102,9±14,7	0,290
<i>FEV1/FVC %</i>	0,81±0,1	0,84±0,1	0,180
<i>FEV1/FVC (pred)</i>	102,9±10,38	104,9±7,07	0,535
<i>PEFR</i>	9,2±1,9	9,4±2,3	0,714
<i>PEFR (pred)</i>	102,8±18,4	100,6±22,9	0,772
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

FEV1: Forced expiratory volume in 1 sec.

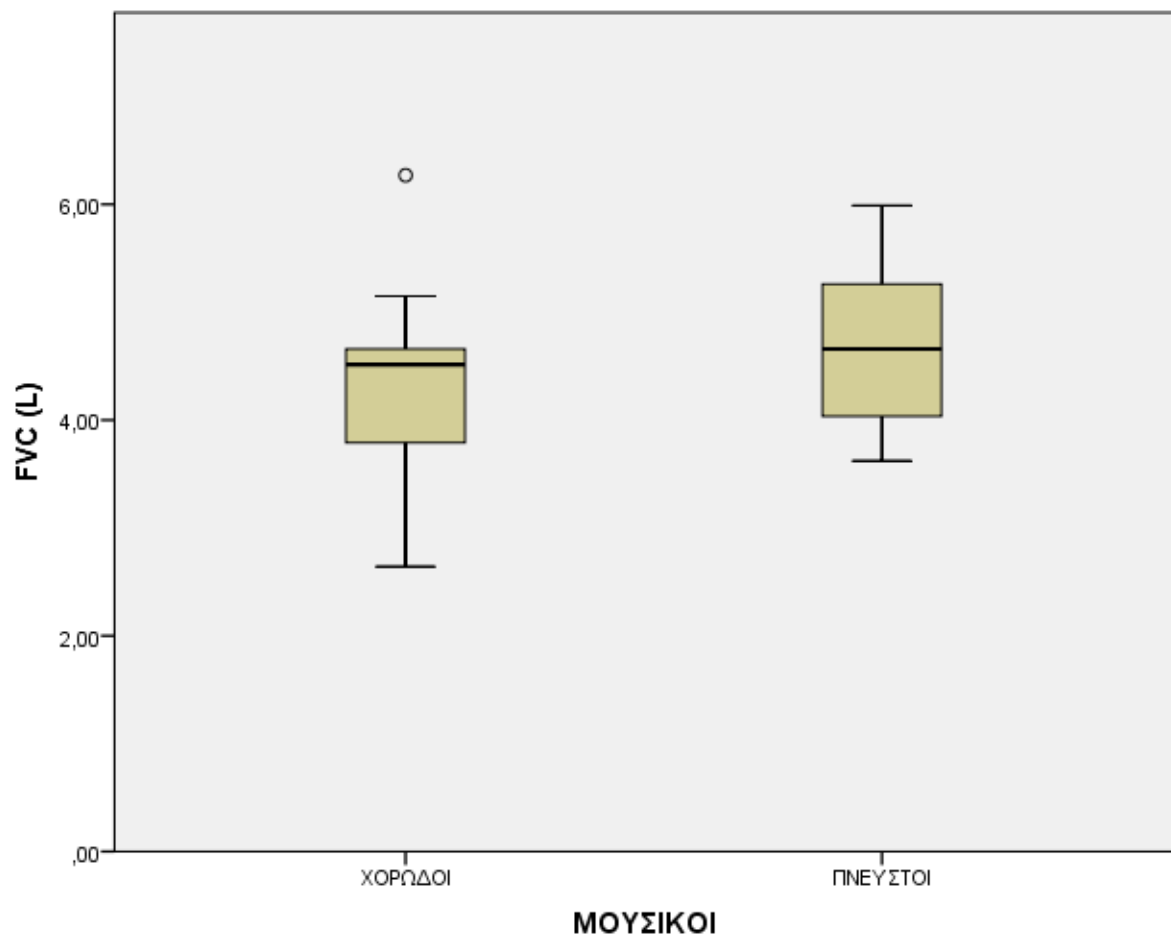
FVC: Forced vital capacity

PEFR: Peak expiratory flow rate

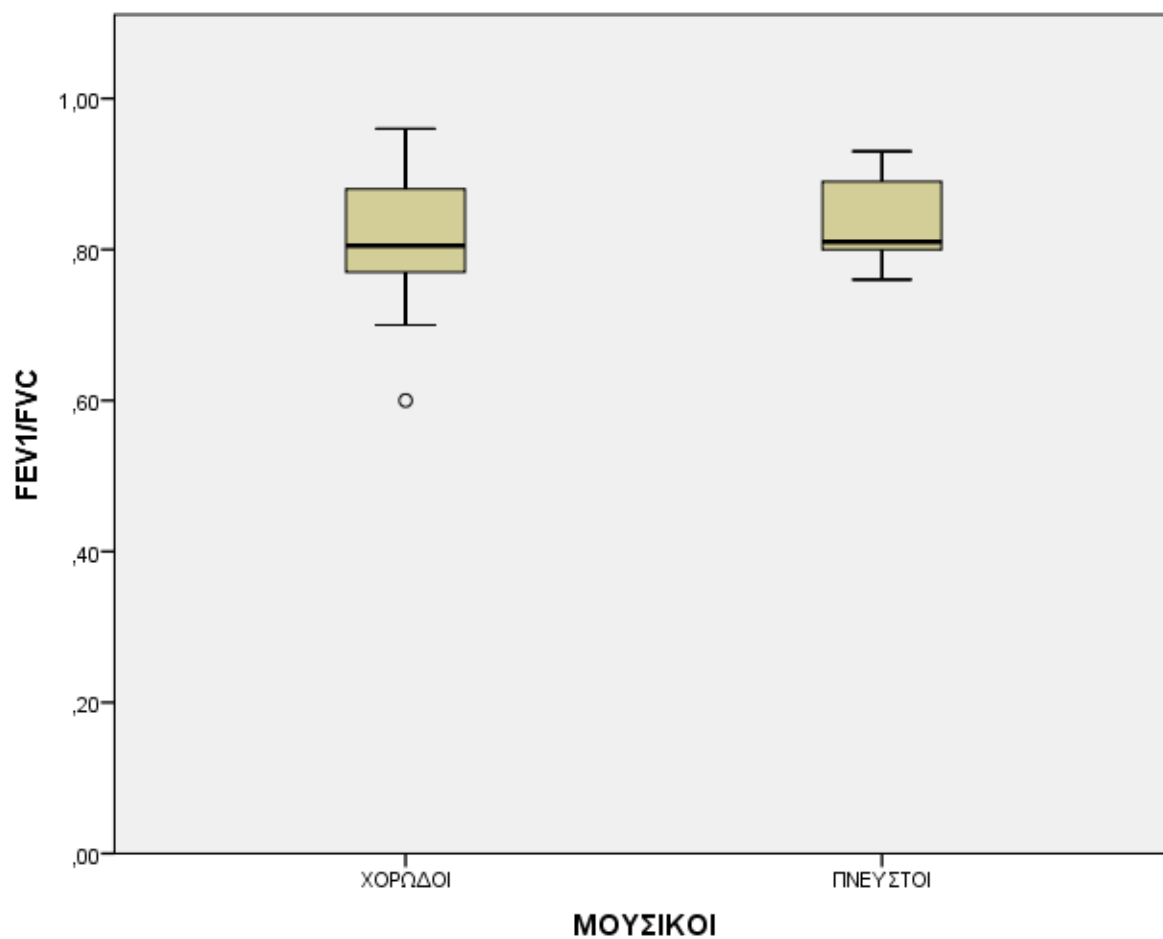
Γράφημα 4 Διαφορές μουσικών πνευστών οργάνων και χορωδών ως προς τον FEV₁



Γράφημα 5. Διαφορές μουσικών πνευστών οργάνων και χορωδών ως προς την FVC



Γράφημα 6. Διαφορές μουσικών πνευστών οργάνων και χορωδών ως προς λόγο FEV_1/FVC



6.2 Εργοσπιρομετρία

Στην εργοσπιρομετρική μελέτη η μέση ηλικία των ατόμων της ομάδας ελέγχου ήταν $33,6 \pm 7,4$ έτη, ενώ η μέση ηλικία της πειραματικής ομάδας ήταν $36,0 \pm 7,7$ έτη. Αναφορικά με τα σπιρομετρικά ευρήματα στους άνδρες, η ομάδα των υγιών μαρτύρων επέδειξε καλύτερες επιδόσεις, με στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλες τις παραμέτρους σε σχέση με τους μουσικούς-χορωδούς, με τον FEV_1 να διαφέρει οριακά στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων ($p = 0,046$).

Πίνακας 12. Η αναπνευστική λειτουργία στους άντρες της πειραματικής ομάδας (εργο-σπιρομέτρηση)

	Άντρες		p
	Μουσικοί πνευστών οργάνων	Ομάδα ελέγχου	
	MT±TA (N=7)	MT±TA (N=8)	
FVC (pred) (l)	4,75(0,70)	5,27(0,46)	0,107
FVC (l)	4,84(1,03)	5,31(0,33)	0,280
FEV1 (pred) (l)	3,95(0,52)	4,38(0,39)	0,087
FEV1	3,92(0,57)	4,54(0,48)	0,046
FEV1/FVC	0,85(0,09)	0,85(0,06)	0,960
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

FEV1: Forced expiratory volume in 1 sec.

FVC: Forced vital capacity

PEFR: Peak expiratory flow rate

Πίνακας 13. Η αναπνευστική λειτουργία στους άντρες της πειραματικής ομάδας (μεταβολισμός)

	Άντρες		p
	Μουσικοί πνευστών οργάνων	Ομάδα ελέγχου	
	MT±TA (N=7)	MT±TA (N=8)	
O ₂ UPKGAT (ml/min/Kg)	20,31(4,45)	22,10(4,12)	0,434
O ₂ UPAT (ml/min/)	1735,00(277,91)	1835,25(239,50)	0,466
O₂UPKGMAXW (ml/min/Kg)	29,07(5,75)	36,33(6,76)	0,043
O₂UPMAXW (ml/min)	22632,43(265,82)	3004,25(279,07)	0,021
O ₂ κατώφλιPR %	63,00(16,11)	57,63(8,85)	0,429
CO₂MAXW (ml/min)	2941,29(409,15)	3483,13(303,11)	0,011
Φορτίο(watts)	198,86(23,58)	229,13(17,22)	0,013
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

O₂UPKGAT: πρόσληψη οξυγόνου/Kg (αναερόβιο κατώφλι)

O₂UPKGMAXW πρόσληψη οξυγόνου/Kg στη μέγιστη αντίσταση

Στις γυναίκες προέκυψε το αντίθετο: σε όλες τις σπυρομετρικές τιμές «πνευστοί-χορωδοί» είχαν καλύτερες επιδόσεις με τον FEV₁ επίσης να διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων ($p = 0,038$). Όσον αφορά την πρόσληψη οξυγόνου στους άνδρες, η ομάδα ελέγχου εμφάνισε στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές από ό,τι οι πνευστοί/χορωδοί ($p = 0,043$ για τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ανά κιλό και $p = 0,021$ για τη συνολική μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου). Η ομάδα ελέγχου επίσης είχε καλύτερες επιδόσεις σε όλες τις άλλες εργοσπυρομετρικές τιμές. Στις γυναίκες σε όλες τις εργοσπυρομετρικές παραμέτρους πλην της μέγιστης παραγωγή CO₂, όπου η ομάδα ελέγχου είχε ελαφρώς υψηλότερες τιμές, η πειραματική ομάδα είχε υψηλότερες τιμές, χωρίς ωστόσο οι διαφορές να είναι στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 14. Η αναπνευστική λειτουργία στις γυναίκες της πειραματικής ομάδας (εργο-σπυρομετρηση)

	Γυναίκες		
	Μουσικοί πνευστών οργάνων	Ομάδα ελέγχου	p
	MT±TA (N=7)	MT±TA (N=8)	
FVC (pred) (l)	3,66(0,28)	3,46(0,16)	0,116
FVC (l)	3,98(0,60)	3,51(0,51)	0,152
FEV1 (pred) (l)	3,18(0,26)	3,02(0,14)	0,191
FEV1	3,44(0,49)	2,90(0,33)	0,038
FEV1/FVC	0,86(0,05)	0,83(0,05)	0,159
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

FEV1: Forced expiratory volume in 1 sec.

FVC: Forced vital capacity

PEFR: Peak expiratory flow rate

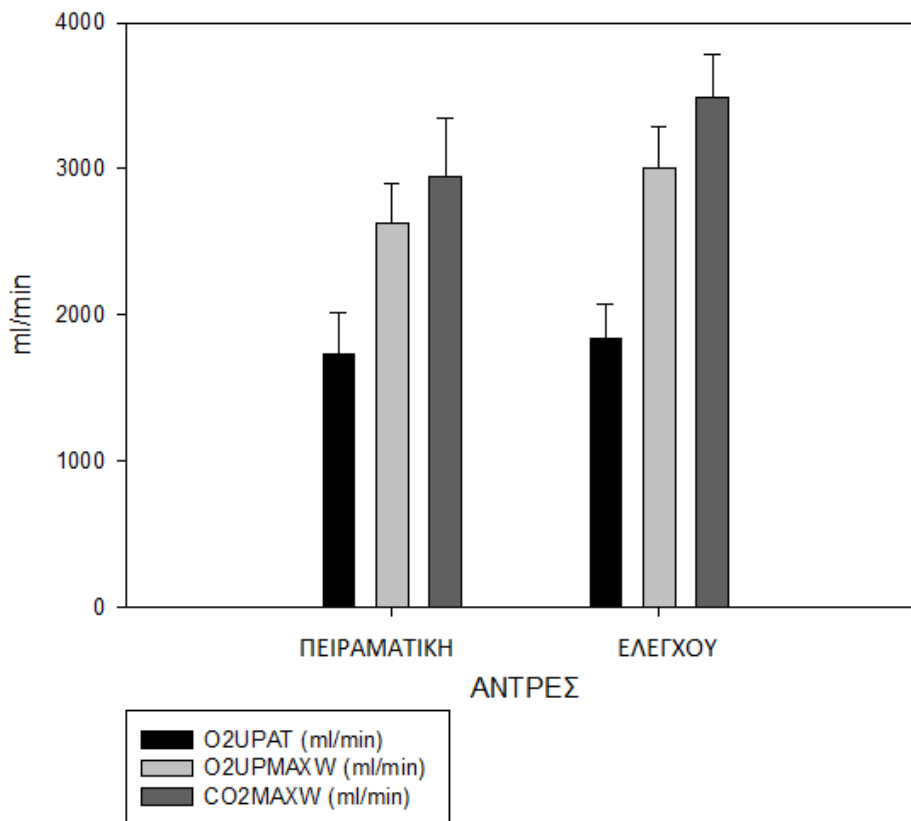
Πίνακας 15. Η αναπνευστική λειτουργία στους άντρες της πειραματικής ομάδας (μεταβολισμός)

	Γυναίκες		
	Μουσικοί πνευστών οργάνων	Ομάδα ελέγχου	p
	MT±TA (N=8)	MT±TA (N=7)	
O ₂ UPKGAT (ml/min/Kg)	19,24(4,25)	16,99(3,72)	0,298
O₂UPAT (ml/min/)	1269,00(302,29)	1011,00(203,53)	0,079
O ₂ UPKGMAXW (ml/min/Kg)	28,83(3,68)	28,79(5,88)	0,988
O ₂ UPMAXW(ml/min)	1893,38(228,50)	1776,57(211,76)	0,326
O ₂ κατώφλιPR %	68,38(13,70)	59,57(5,62)	0,138
CO ₂ MAXW(ml/min)	2115,75(202,26)	2123,00(345,35)	0,961
Φορτίο(watts)	142,38(7,78)	131,71(24,89)	0,269
MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση			

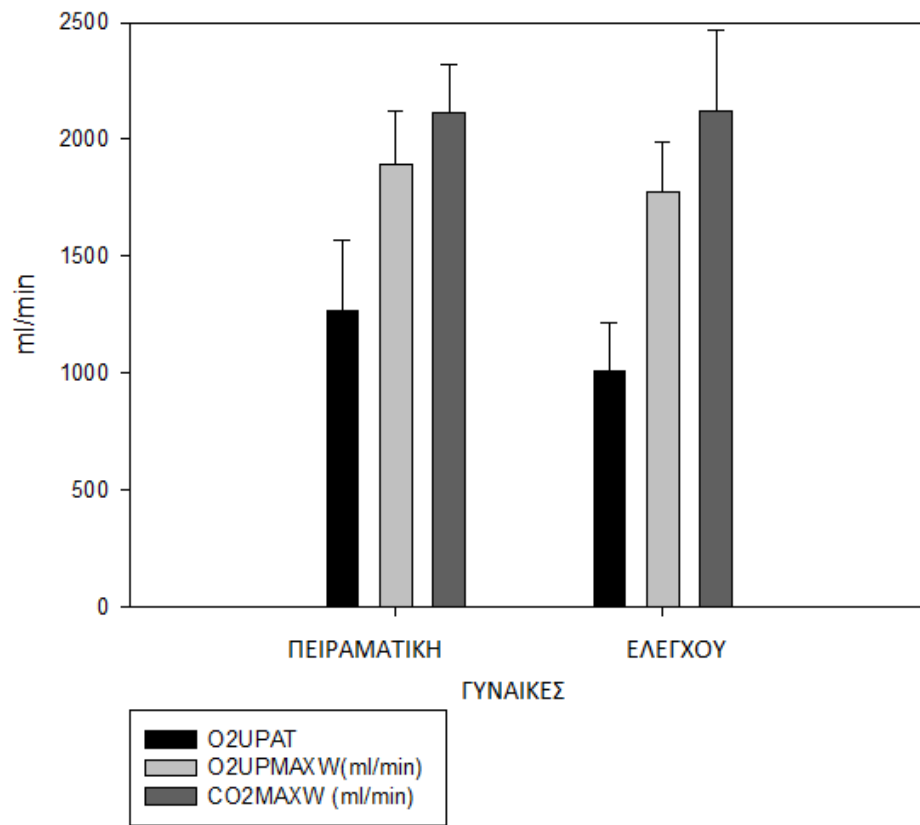
O₂UPKGAT: πρόσληψη οξυγόνου/Kg (αναερόβιο κατώφλι)

O₂UPKGMAXW πρόσληψη οξυγόνου/Kg στη μέγιστη αντίσταση

Γράφημα 7. Διαφορές στις εργοσπιρομετρικές παραμέτρους μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου (άντρες)



Γράφημα 8. Διαφορές στις εργοσπιρομετρικές παραμέτρους μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου (γυναίκες)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν την άποψη ότι η επαγγελματική ενασχόληση με πνευστό μουσικό όργανο ή η μονωδία έχει ευεργετικές επιδράσεις στην αναπνευστική λειτουργία. Επιπλέον, χορωδοί και μουσικοί φαίνεται να έχουν όφελος από τις επαγγελματικές τους δραστηριότητες, αν και οι πνευστοί έδειξαν κάποια καλύτερη επίδοση στη FEV1. Μέχρι στιγμής οι μελέτες που έχουν διενεργηθεί δεν έχουν καταλήξει σε οριστικά συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση της επαγγελματικής ενασχόλησης με πνευστό μουσικό όργανο ή της μονωδίας στην αναπνευστική λειτουργία. Ωστόσο οι επιπτώσεις στην αναπνευστική λειτουργία ποικίλλουν, αλλά οι περισσότερες από αυτές είναι ευεργετικές. Τονίζεται παράλληλα ότι η μουσική είναι πάντα ευεργετική για την γενική κατάσταση της υγείας ενός ατόμου. Οι σχετικά λίγες μελέτες διαθέσιμες στη βιβλιογραφία και ο μάλλον μικρός αριθμός μουσικών πνευστών οργάνων που εμπλέκονται, καθώς και οι πρακτικές δυσκολίες στις μελέτες (εθελοντική συμμετοχή, ποικιλία των οργάνων και των αντίστοιχων απαιτήσεων του αναπνευστικού συστήματος) μπορεί να είναι υπεύθυνη για την απουσία οριστικών συμπερασμάτων.

Οι αναπνευστικοί μύες των μουσικών πνευστών οργάνων βρίσκονται σε συνεχή εκγύμναση λόγω της συνεχούς εξάσκησης. Οι μουσικοί πνευστών οργάνων και οι σολίστ πρέπει να μεγιστοποιήσουν τη χρήση των αναπνευστικών τους εφεδρειών και τις τεχνικές δεξιότητές τους, προκειμένου να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα κατά την εκτέλεση του έργου τους. Κατά την εκτέλεση της μουσικής ή των φωνητικών ασκήσεων, οι καλλιτέχνες εξασκούν σημαντικά τους εκπνευστικούς αναπνευστικούς τους μύες. Αυτή η συστηματική εκπαίδευση-ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών έχει οδηγήσει στη διατύπωση της υπόθεσης ότι οι μουσικοί πνευστών οργάνων και οι χορωδοί έχουν καλύτερη αναπνευστική λειτουργία σε σύγκριση με τους μη-μουσικούς, αν και υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα στη βιβλιογραφία. Η αναπνευστική λειτουργία στους σολίστ και στους μουσικούς πνευστών οργάνων δεν έχει μελετηθεί λεπτομερώς και δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη σχέση μεταξύ του όγκου των πνευμόνων και την εκτέλεση των τραγουδιστών και των μουσικών [82].

Επιπλέον, οι εκπαιδευτές μονωδίας και πνευστών οργάνων δεν είναι

εξοικειωμένοι με τη φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος και την αντίστοιχη ορολογία και, κατά συνέπεια, η ενσωμάτωση των σχετικών γνώσεων στην καθημερινή πρακτική είναι δύσκολη, ενώ η έννοια του αναπνευστικού συστήματος είναι περιορισμένη σε καθαρά ανατομικά χαρακτηριστικά, με τους καλλιτέχνες συχνά να αγνοούν βασικά συστατικά της αναπνευστικής λειτουργίας και φυσιολογίας. Η απλούστευση, ότι η αναπνοή σε τραγουδιστές όπερας σημαίνει απλώς την παροχή αέρα για την εκφώνηση, υποβαθμίζει το γεγονός ότι η αναπνευστική λειτουργία λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στη φώνηση, το συναίσθημα και τη μουσική, έναν ρόλο που είναι κεντρικής σημασίας για τη μονωδία και τη διδασκαλία της. Η πιο κοινή αξιολόγηση της αναπνοής είναι ο όγκος των πνευμόνων και η ζωτική χωρητικότητα, ζητώντας από τον χορωδό να εισπνέει όσο μπορεί πιο βαθιά και στη συνέχεια να εκπνέει στη μέγιστη εκπνευστική θέση. Η μέτρηση του όγκου των πνευμόνων κατά την έναρξη και το τέλος του στίχου θεωρείται απαραίτητη για το χορωδό. Οι χορωδοί-τραγουδιστές αρχίζουν εν γένει τις φράσεις στο 70-80% της VC και τις ολοκληρώνουν στο 30-50% της VC. Το εύρος της διακύμανσης κυμαίνεται από χορωδό σε χορωδό, αλλά έχει βρεθεί ότι παραμένει αξιοσημείωτα σταθερό στον ίδιο χορωδό [82-85].

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι «πνευστοί» διαθέτουν βελτιωμένη αναπνευστική λειτουργία, παρόμοια με εκείνη των φυσητών γυαλιού. Ο Stauffer στη μελέτη του, η οποία περιελάμβανε 63 επαγγελματίες μουσικούς πνευστών οργάνων και 17 χορωδούς της μπάντας του Ναυτικού των ΗΠΑ, διαπίστωσε ότι κατά μέσο όρο η ζωτική χωρητικότητα των μουσικών αυξήθηκε κατά 0,38 lt, (ή 8,7% σε σύγκριση με τις προβλεπόμενες τιμές), ενώ ο «μέσος» μουσικός ήταν 1.81m ψηλός και 26,5 ετών [11]. Οι Khuje και Hulke, που περιέλαβαν στη μελέτη τους 100 μουσικούς πνευστών οργάνων και 100 άτομα ως ομάδα ελέγχου, κατέγραψαν επίσης υψηλότερες τιμές των FVC, FEV1, FEF 25-75% και MVV σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, οι οποίες και αποδόθηκαν στον ειδικό τρόπο αναπνοής : βαθιά εισπνοή ακολουθούμενη από μια μακρά εκπνοή, ενώ η υψηλότερη MVV αποδόθηκε στην ενίσχυση των αναπνευστικών μυών λόγω της επαγγελματικής τους εμπλοκής με τη μουσική [20].

Η μελέτη των Sagdeo και Khuje αφορούσε σε 155 εκπαιδευμένους μουσικούς πνευστών οργάνων, 100 ανεκπαίδευτους ερασιτέχνες μουσικούς και 100 μουσικούς άλλου οργάνου. Οι μουσικοί της πρώτης ομάδας παρουσίασαν υψηλότερες τιμές FEV1,

FVC, PEFr, MVV και FEF25-75% σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες, που δεν καταγράφηκε διαφορά στην FEV1 / FVC. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συστηματική εκπαίδευση-πρακτική με πνευστά βελτιώνει τους δείκτες της λειτουργίας των πνευμόνων και μπορεί να θεωρηθεί ένα πρόσθετο πλεονέκτημα της εκπαίδευσης για τους μουσικούς των πνευστών οργάνων [18].

Οι Duhle et al. αναφέρουν βελτιωμένη πνευμονική λειτουργία με την αύξηση της FVC και της PEFr σε 30 διαφορετικούς μουσικούς πνευστών οργάνων σε σύγκριση με 30 υγιείς μάρτυρες, μη-καπνιστές. Στην πραγματικότητα προτείνεται η θεραπευτική χρήση των πνευστών οργάνων σε ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος. Σύμφωνα με τους Zuskin et al. οι οποίοι μελέτησαν 99 μουσικούς πνευστών οργάνων και 41 εγχόρδων μουσικών οργάνων (καπνιστές και μη-καπνιστές), οι μουσικοί πνευστών οργάνων έδειξαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές FEV1, (καπνιστές και μη-καπνιστές), καθώς και FEF50% (μόνο οι μη-καπνιστές) σε σύγκριση με τις προβλεπόμενες τιμές για το φύλο και την ηλικία τους (ωστόσο δεν υπήρχε καμία σύγκριση με την ομάδα ελέγχου). Η καταγεγραμμένη αύξηση του FEV1 και FEF50% ήταν ανάλογη με τα έτη υπηρεσίας τους ως επαγγελματιών μουσικών [19].

Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες με αντίθετα αποτελέσματα που δεν έδειξαν σημαντική διαφορά στην λειτουργία των πνευμόνων μεταξύ μουσικών πνευστών οργάνων και μουσικών οργάνων μη πνευστών, ούτε κατέγραψαν χαμηλότερες τιμές των αναπνευστικών παραμέτρων. Η μελέτη των Schorr-Lesnick, που περιλάμβανε 113 μουσικούς (48 πνευστοί, 34 τραγουδιστές της όπερας και 31 μουσικοί εγχόρδων και κρουστών μουσικών ως ομάδα ελέγχου) συνέκρινε τις σπυρομετρικές τιμές, μέγιστες πιέσεις στόματος, την παρουσία των συμπτωμάτων του αναπνευστικού συστήματος και την κατάσταση γενικής υγείας, όπως αυτή καταγράφηκε σε ένα ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς. Δεν βρέθηκαν διαφορές στις τιμές σπυρομέτρησης, (αν και ελαφρώς υψηλότερες τιμές FVC παρατηρήθηκαν την ομάδα των τραγουδιστών όπερας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου) και των μέγιστων πιέσεων στόματος μεταξύ των τριών ομάδων, ακόμη και μετά την προσαρμογή τους από την άποψη του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), τα χρόνια εμπειρίας, τις καπνιστικές συνήθειες και την παρουσία των αναπνευστικών συμπτωμάτων. Παρόλα αυτά οι τραγουδιστές όπερας φάνηκε ότι έδιναν μεγαλύτερη προσοχή στην γενική κατάσταση της υγείας τους, καθώς ασκούσαν

περισσότερο και κάπνιζαν λιγότερο από τις άλλες δύο ομάδες [15].

Στη μελέτη των Fuhrmann et al. στην οποία συμμετείχαν 102 άτομα (55 μουσικοί πνευστών χάλκινων οργάνων και 47 μουσικοί άλλων οργάνων, καμία διαφορά δε σημειώθηκε στις τιμές της σπυρομέτρησης ή στους πνευμονικούς όγκους μεταξύ των δύο ομάδων, εκτός από το λόγο RV / TLC, ο οποίος ήταν χαμηλότερος στους μουσικούς πνευστών οργάνων[24].

Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι χορωδιακό τραγούδι έχει ευεργετικά αποτελέσματα για την αναπνευστική λειτουργία. Στη μελέτη του Daugherty, συμμετείχαν εξήντα ασθενείς με άσθμα σε ένα πρόγραμμα εβδομαδιαίων συνεδριών ενδυνάμωσης του αναπνευστικού συστήματος (τραγούδι και αναπνοές για τραγούδι κατά τη διάρκεια 4 εβδομάδων). Οι συμμετέχοντες στο τέλος των 4 εβδομάδων έδειξαν μία σημαντική αύξηση στη μέγιστη εισπνευστική ροή και βελτίωση στην ποιότητα της ζωής τους. Ωστόσο η συμμόρφωση των συμμετεχόντων ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα των χορωδών [12]. Οι Watson και Hixon [13] έδειξαν ότι η σταδιακή εκμάθηση μιας άριας από ένα βαρύτονο μέχρι και την εκτέλεσή της μπροστά στο ακροατήριο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζωτικής χωρητικότητας κατά 17%.

Στη μελέτη των Heller et al. [27] ο αναπνευστικός όγκος, η ζωτική χωρητικότητα, η ολική και η υπολειπόμενη χωρητικότητα μετρήθηκαν σε 16 επαγγελματίες τραγουδιστές της όπερας και 21 άτομα της ομάδας ελέγχου, που δεν είχαν λάβει προηγουμένως καμία επαγγελματική φωνητική εκπαίδευση. Δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ τους τόσο σε ύπτια και όρθια θέση, η οποία δεν θα μπορούσε να αποδοθεί στην ηλικία, στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ή ακόμα και σε κάποια σφάλματα μέτρησης. Η μελέτη αυτή περιελάμβανε έναν από τους μεγαλύτερους αριθμούς εθελοντών που συμμετείχαν ποτέ σε παρόμοιες έρευνες. Ωστόσο ένα σημείο που χρήζει ιδιαίτερης έρευνας είναι οι διαφορές μεταξύ των μουσικών που ασχολούνται με διάφορα πνευστά, καθώς τα πνευστά όργανα που απαιτούν υψηλότερες πιέσεις έχουν αυξανόμενες απαιτήσεις για τους μουσικούς και το αναπνευστικό τους σύστημα. Επομένως, είναι πιο πιθανό να προκαλέσουν αλλαγές στη λειτουργία των πνευμόνων. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι θα πρέπει να εξεταστεί το μέλλον κάποια θεραπευτική εφαρμογή για τη βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας μέσω ασκήσεων στο τραγούδι καθώς και να μελετηθούν περαιτέρω οι συσχετίσεις μεταξύ των επιδόσεων στη μουσική και στη

βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας. Μελλοντικές μελέτες που θα περιλαμβάνουν ένα μεγαλύτερο αριθμό από μουσικούς και τραγουδιστές της όπερας και που θα μπορούσαν να έχουν ισχυρότερη στατιστική ισχύ, και θα μπορούσαν να παρέχουν περισσότερα δεδομένα σχετικά με την ολοκληρωμένη μελέτη της αναπνευστικής λειτουργίας των μουσικών πνευστών οργάνων και των χορωδών-σολιστ.

Αναφορικά με την εργοσπιρομετρία τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν χειρότερες εργοσπιρομετρικές επιδόσεις σε άνδρες «πνευστούς» και χορωδούς σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και μια ελαφρώς καλύτερη απόδοση στις γυναίκες «πνευστούς»-χορωδούς σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Καθώς δεν υπάρχουν μελέτες εργοσπιρομετρίας σε μουσικούς/χορωδούς, η σύγκριση με προηγούμενες μελέτες είναι δεν είναι εφικτή. Ωστόσο σε μια προσπάθεια να ερμηνευτούν αυτά τα φαινομενικά αντιφατικά αποτελέσματα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι συνθήκες καπνίσματος των μουσικών (ήταν όλοι συστηματικοί καπνιστές) και η μέση ηλικία των ομάδων. Μεγάλες πραγματικές διαφορές σχετικά με την καρδιοαναπνευστική λειτουργία (δηλαδή μια σαφής πτώση), εάν υπάρχουν, μπορεί να είναι εμφανείς μετά από πολλά χρόνια, ενώ δεν φαίνεται προς το παρόν, και η οποιαδήποτε προστατευτική δράση της επαγγελματικής ενασχόλησης με τα πνευστά μπορεί να συγκαλύπτεται.

Τα αποτελέσματα στις γυναίκες, αν επιβεβαιωθούν σε διαμήκη βάση μπορούν να υποστηρίξουν τις προηγούμενες εικασίες σχετικά με την ευεργετική επίδραση του παιξίματος των πνευστών οργάνων ή της μονωδίας στην αναπνευστική λειτουργία [86-89]. Αντίθετα, η επιδείνωση της επίδρασης του καπνίσματος στην αναπνευστική λειτουργία θα μπορούσε να εξαλείψει την οποιαδήποτε ευεργετική επίδραση του παιξίματος στους άνδρες. Σε κάθε περίπτωση οι μικροί αριθμοί των συμμετεχόντων δεν επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Το γεγονός ότι όλοι οι συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα ήταν «πνευστοί», ενώ 5 από τις οκτώ γυναίκες ήταν τραγουδιστές όπερας θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη, δεδομένου ότι λαμβάνουν διαφορετική εκπαίδευση των αναπνευστικών μυών τους. Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά της ανάγκης να μελετηθεί περαιτέρω η καρδιοαναπνευστική λειτουργία στους «πνευστούς» και στους τραγουδιστές της όπερας, σε μεγάλες ομάδες και σε προοπτικές μελέτες. Μια λεπτομερής εξέταση της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας των μουσικών θα μπορούσε να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με το πώς ορισμένες σωματικές

ασκήσεις μπορούν να επηρεάσουν την αναπνοή και την φυσική κατάσταση.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης επιτρέπουν αισιοδοξία σχετικά με τις εφαρμογές των πνευστών οργάνων στη θεραπεία των αναπνευστικών παθήσεων. Πράγματι οι δοκιμασίες πνευμονικής λειτουργίας σε συνδυασμό με τα πνευστά μουσικά όργανα έχουν θέση και στη θεραπεία των ασθενών που πάσχουν από ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος.

Οι Eley et al. [86] αναφέρουν τις επιπτώσεις του άσθματος στον πληθυσμό της Αυστραλίας. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διδασκαλία μαθημάτων μουσικής σε όλα τα παιδιά της Ιατρικής Υπηρεσίας Αβορίγινων και ενός κοινοτικού κέντρου προέβλεπε να δοθεί σε αρσενικά παιδιά το ντιτζεριντού και σε θηλυκά το τραγούδι και ράβδοι. Το ντιτζεριντού είναι ένα ντόπιο πνευστό όργανο. Σε τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιήθηκε σπιρομέτρηση και τα σχόλιά τους καταγράφηκαν. Ο συγγραφέας έχει κάνει μια σωστή ανάλυση των δεδομένων για τη σύγκριση των αναπνευστικών δεδομένων. Τα αποτελέσματα της μελέτης ωφέλησαν την υγεία των μαθητών και διαπιστώθηκαν μικρές βελτιώσεις. Αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για τη βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας, αλλά και για την αύξηση της ευαισθητοποίησης για τη διαχείριση του άσθματος.

Οι Eley & Gorman [86] είχαν ξεκινήσει τη μελέτη τους με κύριο στόχο τη συμμετοχή ασθματικών ασθενών στα μαθήματα μουσικής, για να υποστηριχθεί η διαχείριση του άσθματός τους. Οι συμμετέχοντες της μελέτης αποτελούνται τόσο από άνδρες όσο και από γυναίκες. Ένα ντιτζεριντού κατασκευασμένο από Αβορίγινα τεχνίτη δόθηκε σε άνδρες υποψηφίους μαζί με mp3 player που περιείχε τραγούδια και φωνητικές ασκήσεις τα οποία δόθηκαν σε γυναίκες. Η σπιρομέτρηση χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των αναπνευστικών λειτουργιών και μαζί με αυτή συμπληρώθηκαν και ερωτηματολόγια. Η ανάλυση έγινε χρησιμοποιώντας έλεγχο διαφοράς μέσω των τιμών κατά ζεύγη. Οι συγγραφείς εκπλήρωσαν τον σκοπό της μελέτης τους με τη λήψη των αποτελεσμάτων που περιλάμβαναν την πρόσληψη και τη διατήρηση, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και απέδειξαν ότι η μουσική έχει μεγάλες δυνατότητες για βελτιωμένη αναπνευστική λειτουργία και διαχείριση του άσθματος.

Η μελέτη του Hänninens [87] σχετιζόταν με την μουσική θεραπεία για την αποκατάσταση του άσθματος και της Χρόνιας Αποφρακτικής Πνευμονοπάθειας (ΧΑΠ).

Η ερευνητική εργασία που έγινε από τον συγγραφέα έχει ως κύριο σκοπό την υποστήριξη του αν η αναπνοή μέσω ξύλινων πνευστών μπορεί να είναι χρήσιμη ως μουσικοθεραπεία. Οι ασκήσεις αναπνοής και το παίξιμο πνευστών χρησιμοποιήθηκαν ως μέθοδος για την ενίσχυση της αναπνοής. Οι ασθενείς μετά τη μουσική συνεδρία ήταν πιο διαλλακτικοί σε αυτή την ιδέα και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μουσική παρείχε υποστήριξη για τη θεραπεία των ασθενών με αναπνευστικά προβλήματα. Ο συγγραφέας έχει βρει στρατηγικές για τη βελτιστοποίηση της επίδρασης των πνευστών για την ενίσχυση του ελέγχου της αναπνοής των ασθενών. Γενικά υπάρχουν βάσιμες ενδείξεις ευεργετικών επιδράσεων της μουσικής στις χρόνιες πνευμονοπάθειες [91-94]. Το τραγούδι έχει γενικά πολλαπλές και ευεργετικές επιδράσεις που αφορούν τον ψυχισμό και την αναπνευστική λειτουργία και το νευρικό σύστημα του ασκούμενου και βελτιώνει την ποιότητα της ζωής του, είτε πρόκειται για παιδιά, είτε για ενήλικες [95-100].

Ωστόσο η χρήση των πνευστών οργάνων δεν άμοιρη συνεπειών στην υγεία, αν δε γίνεται σωστά και δε λαμβάνεται μέριμνα για την καθαριότητα και συντήρησή τους. Έχουν αναφερθεί στο παρελθόν πολλοί ισχυρισμοί σχετικά με την αναπνευστική λοίμωξη που προκαλείται παίζοντας πνευστά όργανα. Το 2011 η New York Times δημοσίευσε τη μελέτη που επεσήμανε τον κίνδυνο μόλυνσης που προκαλείται από πνευστά όργανα. Σε μια μελέτη ο επιστήμονας δοκίμασε 20 όργανα-φλάουτα, κλαρινέτα, τρομπέτες και σαξόφωνα. Η μελέτη αποκάλυψε ότι όλα τα όργανα φιλοξενούν ζωντανά βακτήρια, μούχλα και ζυμομύκητες, μερικά από τα οποία επιζούν για αρκετές ημέρες μετά την καλλιέργεια. Η δύσπνοια και ο βήχας ορίζονται ως «πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας» και παρουσιάζεται σε μουσικούς χάλκινων οργάνων, οι οποίοι εν αγνοία τους μπορεί να εισπνέουν μούχλα και βακτηρίδια από τα όργανά τους.²

Αμερικανοί επιστήμονες στο κέντρο επιστημών υγείας του Πανεπιστημίου του Τέξας κατέγραψαν την περίπτωση ενός μουσικού 35 ετών που έπαιζε τρομπόνι. Είχε έναν μη παραγωγικό βήχα επί 15 χρόνια, για τον οποίο δεν δόθηκε καμία άλλη ιατρική εξήγηση. Όταν οι Αμερικανοί ερευνητές εξέτασαν το τρομπόνι του του μουσικού, ανακάλυψαν έναν μεγάλο αριθμό μικροβακτηριδίων. Αφού βύθισαν το όργανο σε 91 τοις εκατό ισοπροπυλικής αλκοόλης, ο τρομπονίστας παρατήρησε ότι ο βήχας του

² 2011 New York Times, Anahad O'Connor Respiratory Claim, <http://www.nytimes.com/2011/05/24/health/24really.html>, διαθέσιμο 13.11.2016

εξαφανίστηκε και δεν παρουσίασε συμπτώματα για 20 μήνες. Οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι οι μουσικοί πρέπει να καθαρίζουν τακτικά τα πνευστά όργανα με σαπούνι και νερό ή μαντηλάκια με οινόπνευμα [82].

Η παρούσα μελέτη συνηγορεί υπέρ της ευεργετικής δράσης της μονωδίας και των πνευστών οργάνων στο σφρίγος του αναπνευστικού συστήματος και συνιστά πρόκριμα για τη διενέργεια εκτεταμένων μελετών που θα επιτρέψουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την επίδραση των πνευστών οργάνων στη φυσιολογία της αναπνοής των μουσικών, αλλά και το σχεδιασμό μελλοντικών θεραπευτικών παρεμβάσεων με βάση μοντέλα βελτίωσης της αναπνευστικής λειτουργίας μέσω της μονωδίας και των πνευστών οργάνων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.Snell R. Κλινική ανατομική. Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα, 1992.
- 2.Frick H, Leonhardt H, Starck D. Γενική Ανατομία, τόμος I. Εκδόσεις Γρ. Παρισιάνου, Αθήνα, 1985.
- 3.Lippert H, Herbold D, Lippert-Burmester. Anatomie, Text und Atlas.
- 4.Hall JE, Guyton AC. Textbook of medical physiology. Pa, Saunders. Philadelphia, 2011.
- 5.Costanzo LS. Physiology. Wolters Kluwer Health. Philadelphia, 2015.
- 6.Vander AJ, Sherman JH, Luciano DS. Human physiology: the mechanisms of body function. McGraw-Hill, Boston, 2011.
- 7.Guyton CA, Hall EJ, Hall EJ. Textbook of Medical Physiology. 11th edition. Saunders, 2005.
- 8.Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. Το αναπνευστικό σύστημα. Στο Βασική ιστολογία. Τόμος β', 6η έκδοση, Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης, Αθήνα, 1991:464-476.
- 9.Guyton A. Πνευμονικός αερισμός και φυσικές αρχές της ανταλλαγής των αερίων. Στο: Guyton, Φυσιολογία του ανθρώπου. 3η έκδοση, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα, 1990.
- 10.Bouhuys A. Lung volumes and breathing patterns in wind-instrument players. J Appl Physiol 1964, 19:967-975.
- 11.Stauffer DW. Physical performance, selection, and training of wind instrument players. Annals of the New York Academy of Sciences 1968, 155:284-289.
- 12.Daugherty C. Exploring the Outcomes of Singing and Diaphragmatic Breathing in Participants With Asthma.Master's thesis. Carleton University, Ottawa, Canada, 2013.
- 13.Watson PJ, Hixon TJ. Respiratory kinematics in classical (opera) singers. J Speech Hear Res 1985, 28:104-122.
- 14.Brząk A, Famuła A, Kowalczyk A, Plinta R. Efficiency of lung ventilation for people performing wind instruments. Med Pr 2016, 67:427-433.
- 15.Schorr-Lesnick B, Teirstein AS, Brown LK, Miller A. Pulmonary function in singers and wind-instrument players. Chest 1985, 88:201-205.
- 16.Fiz JA, Aguilar J, Carreras A, Teixido A, Haro M, Rodenstein DO, Morera J. Maximum respiratory pressures in trumpet players. Chest 1993, 104:1203-1204.

- 17.Munn NJ, Thomas SW, DeMesquita S. Pulmonary function in commercial glass blowers. *Chest* 1990, 98:871-874.
- 18.Sagdeo M, Kuhje P. Pulmonary Functions in Trained and Untrained Wind Instrument Blowers. *People's journal of scientific research* 2012, 5:9-12.
- 19.Duhle S, Bisht S, Gawali S. Pulmonary Function Tests in Wind Instrument Players. *International Journal of Science and Research (IJSR)* 2013, 5:384-385.
- 20.Khuje P, Hulke S. Dynamic lung volumes and capacities in marriage band party musicians. *Int J Biol Med Res* 2011, 2:747-749.
21. Cossette I, Monaco P, Aliverti A, Macklem PT. Chest wall dynamics and muscle recruitment during professional flute playing. *Respir Physiol Neurobiol* 2008, 160:187-195.
22. Cossette I, Sliwinski P, Macklem PT. Respiratory parameters during professional flute playing. *Respir Physiol* 2000, 121:33-44.
- 23.Borgia JF, Horvath SM, Dunn FR, von Phul PV, Nizet PM. Some physiological observations on French horn musicians. *J Occup Med* 1975, 17:696-701.
- 24.Fuhrmann A, Wijsman S, Weinstein P, Poulsen D, Franklin P. Asthma Among Musicians in Australia: Is There a Difference Between Wind/Brass and Other Players? *Med Probl Perform Art* 2009, 24:170.
- 25.Akgün N, Ozgönül H. Lung volumes in wind instrument (zurna) players. *Am Rev Respir Dis* 1967, 96:946-951.
- 26.Foulds-Elliott S, Thorpe CW, Cala S, Davis PJ. Respiratory function in operatic singing: effects of emotional connection. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 2000, 25:151-168.
- 27.Heller SS, Hicks WR, Root WS. Lung volumes of singers. *J Appl Physiol* 1960, 15:40-42.
- 28.Gould WJ, Okamura H. Static lung volumes in singers. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1973, 82:89-95.
- 29.Deepa ND, Jayashree SB, Anitha V. Aerodynamic Measures in Wind Instrument Players. *Paripex - Indian Journal Of Research* 2014, 3:95-97.

- 30.Zuskin E, Mustajbegovic J, Schachter EN, Kern J, Vitale K, Pucarin-Cvetkovic J, Chiarelli A, Milosevic M, Jelinic JD. Respiratory function in wind instrument players. *Med Lav* 2009, 100:133-141.
- 31.Deniz O, Savci S, Tozkoparan E, Ince DI, Ucar M, Ciftci F. Reduced pulmonary function in wind instrument players. *Arch Med Res* 2006, 3:506-510.
- 32.Al-Ashkar F, Mehra R, Mazzone PJ. Interpreting pulmonary function tests: recognize the pattern, and the diagnosis will follow. *Cleve Clin J Med* 2003, 70:866, 868, 871-3
- 33.Hixon TJ. *Respiratory Function in Speech and Song*. Singular Publishing: San Diego, California, USA, 1991.
- 34.Thomasson M, Sundberg J. Consistency of inhalatory breathing patterns in professional operatic singers. *J Voice* 2001, 15:373-383.
- 35.Collyer S, Thorpe CW, Callaghan J, Davis P J. The influence of fundamental frequency and sound pressure level range on breathing patterns in female classical singing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 2008, 51:612- 628.
36. Αντωνιάδου Μ, Μιχαηλίδης Β, Τσάρα Β. Η πνευμονική λειτουργία στους μουσικούς πνευστών οργάνων. *Πνεύμων* 2012, 25:176-179.
- 37.Kahane JC, Beckford NS, Chorna LB, Teachey JC, Mecllelland DK. Videofluoroscopic and Laryngoscopice valuation of the upper airway and Larynx of professional bassoon players. *Journal of Voice* 2006, 20:297-307.
- 38.Marks M. Musical wind instruments in rehabilitation of asthmatic children. *Annals of Allergy* 1974, 33:313-319.
- 39.Griggs-Drane E. The use of musical wind instruments with patients who have pulmonary diseases: Clinical recommendations for music therapist. In R. Azoulay & J. Loewy (Eds.) *Music, the Breath and Health: Advances in Integrative Music Therapy* NY: Satchnote Press, New York, 2009:103-115.
- 40.Griggs-Drane E. The use of musical wind instruments as an expiratory therapy with chronic obstructive pulmonary disease patients. Unpublished master's thesis. Western Michigan University, Kalamazoo, 1989.
- 41.Lord V M, Cave P, Hume VJ, Flude E J., Evans A, Kelly JL, Polkey MI, Hopkinson NS. Singing teaching as a therapy for chronic respiratory disease – a randomized controlled trial and qualitative evaluation. *BMC Pulmonary Medicine* 2010, 10:41.

42. Azoulay R. A music psychotherapy approach for the treatment of adults with pulmonary disease. In R. Azoulay & J. Loewy (Eds.) *Music, the Breath and Health: Advances in Integrative Music Therapy*, NY: Satchnote Press, New York, 2009:151-168.
43. Raskin J, Azoulay R. Music therapy and integrative pulmonary care. In R. Azoulay & J. Loewy (Eds.) *Music, the Breath and Health: Advances in Integrative Music Therapy*, NY: Satchnote Press, New York, 2009:69-86.
44. Wasserman K. Principles of interpretation Στο Wasserman K. Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Casaburi R. *Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications*. 3rd edition, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 1999:165-177.
45. Astrand P, Rodahl K. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. Mc Graw-Hill series in health education, physical education, and recreation. 3rd edition, Mc Graw-Hill, New York, 1986:22.
46. Younes M. Exercise and Breathing in Health and Disease. Στο: *Introduction to Respiratory Medicine*. Ed Kryger M. Churchill-Livingstone, N.Y. Chapter 17, 1989:311-348.
47. Dempsey JA, Vidruk EH, Mitchell GA. Pulmonary control systems in exercise: update. *Fed. Proc* 1985, 44:2260-2270.
48. Saltin B. Haemodynamic adaptation to exercise. *Am J Cardiol* 1985, 55:42D-47D.
49. Reeves JT, Dempsey JA, Grover RF. Pulmonary circulation during exercise. In: *Pulmonary Vascular Physiology and Pathophysiology*. Weir EK, and Reeves IT, eds. Marcel Dekker, Inc., NY, 1989:107-133.
50. ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003, 167:211-277.
51. Cooper CB, Storer TW. *Exercise testing and interpretation. A practical approach*. Cambridge Un, 2001:35-50.
52. Johnson BD, Reddan WG, Seow KC, Dempsey JA. Mechanical constraints on exercise hyperpnea in an aging population. *Am Rev Resp Dis* 1991, 143:968-977.
53. Weisman IM, Zeballos RJ. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994, 15:421-445.

- 54.Sue DY, Wasserman K. Impact of integrative cardiopulmonary exercise testing on clinical decision making. *Chest* 1991, 99:981-992.
- 55.American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six Minutes Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002, 166:111-117.
- 56.Weismann IM, Zeballos RJ. Clinical evaluation of unexplained dyspnea. *Cardiologia* 1996, 41:621-634.
- 57.Martinez FJ, Stanopoulos I, Acero R, Becker FS, Pickering R, Beamis JF. Graded comprehensive cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of dyspnea unexplained by routine evaluation. *Chest* 1994, 105:168-174.
- 58.Roca J, Whipp BJ. Clinical Exercise testing. *Eur Respir Monograph* 1997, 2:100.
- 59.Younes M. Determinants of thoracic excursion during exercise. Στο: *Pulmonary Physiology and Pathophysiology of Exercise (Lung Biology in Health and Disease Series)*, Whipp BJ, Wasserman K, eds. Dekker 1991, 52:1-67.
- 60.Myers J, Ashley E. Dangerous curves: a perspective on exercise, lactate and the anaerobic threshold. *Chest* 1997, 111:787-795.
- 61.Jones NL, Kilian KJ. Exercise limitation in health and disease. *N Engl J Med* 2000, 343:632-641.
- 62.Brooks GA. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 1985, 17:22-34.
- 63.Weller JJ, El-Camal FM, Parker L, Reed JW, Cotes JE. Indirect estimation of maximal oxygen uptake for study of working population. *Br J Ind Med* 1988, 45:532-537.
- 64.Noakes TD. Maximal oxygen uptake: “maximal” versus “contemporary” viewpoints: a rebuttal. *Med Sci Sports Exerc* 1998, 30:1381-1398.
- 65.Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acids kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996, 162:1697-1704.
- 66.Weisman IM, Zeballos RJ. An integrated approach to the interpretation of cardiopulmonary exercise testing. *Clin Chest Med* 1994, 15:421-445.
- 67.Stuart RJ Jr, Ellestad MH. National survey of exercise stress testing facilities. *Chest* 1980, 77: 94-97.

68. American College of Sports Medicine: Guidelines for exercise testing and prescription. 4th ed. Philadelphia: Lea @ Febiger; 1991.p.xv.
69. Scherer D, Kaltenbach M. Frequency of life threatening complications associated with exercise testing (author's translation). Dtsch Med Wochenschr 1979, 104:1161-1165.
70. Sue DY, Wasserman K. Exercise testing of the pulmonary patient. Current Pulmonology 1987, 8:233.
71. Aaron EA, Johnson BD, Pegelow D, Dempsey JA. The oxygen cost of exercise hyperpnea: implications for performance. J Appl Physiol 1989, 72:1818-1825.
72. Babcock MA, Pegelow BD, Johnson JA, Dempsey JA. Aerobic fitness effects on exercise –induced low-frequency diaphragm fatigue. Journal of Applied Physiology 1996, 81:215-216.
73. Dempsey JA, Vidruck EH, Mastenbrook SM. Pulmonary control system in exercise. Fed. Proc 1985, 39:1498-1505.
74. Wasserman K, Beaver WL, Whipp BJ. Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. Circulation 1990, 81:II14-II30.
75. Johnson BD, Saupe KW, Dempsey JA. Mechanical constraints on exercise hyperpnea in endurance athletes. J Appl Physiol 1992, 73:874-886.
76. Engelen MP, Schols AM, Does JD, Gosker HR, Deutz NE, Wouters EF. Exercise-induced lactate increase in relation to muscle substrates in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2000, 162:1697-1704.
77. David JA. Anaerobic threshold: review of the concept and direction for future research. Med Sci Sports Exerc 1985, 17:6-21.
78. Brooks GA. Current concepts in lactate exchange. Med Sci Sports Exerc 1991, 23:895-906.
79. Hansen JE, Casaburi R, Cooper DM, Wasserman K. Oxygen uptake as related to work rate increment during cycle ergometer exercise. Eur J Appl Physiol 1988, 57:140-145.
80. Gallagher CG, Younes M. Effect of pressure assist on ventilation and respiratory mechanics in heavy exercise. J Appl Physiol 1989, 72:1824-1837.

81. Johnson BD, Dempsey JA. Demand vs capacity in the aging pulmonary system. *Exercise and Sport Science Review* J Holloszy, ed. Williams and Wilkins, N.Y., 1991:171-201.
82. Dhanashree H, Shahu R. Study of Pulmonary Function and Its Effect on the Wind Instrument Players. *IJIRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology* 2015, 1:2349-6010.
83. Cedborg AIH, Sundman E, Bodén K, Hedström HW, Kuylenstierna R, Ekberg O, Eriksson LI. Co-ordination of spontaneous swallowing with respiratory airflow and diaphragmatic and abdominal muscle activity in healthy adult humans. *Experimental Physiology* 2009, 94:459-468.
84. Konno K, Mead J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *Journal of Applied Physiology* 1967, 22:407-422.
85. Thorpe CW, Cala SJ, Chapman J, Davis PJ. Patterns of breath support in projection of the singing voice. *Journal of Voice* 2001, 15:86-104.
86. Eley R, Gorman D. Didgeridoo playing and singing to support asthma management in Aboriginal Australians. *J Rural Health* 2010, 26:100-104.
87. Hänninen S. Breathing Woodwinds – Music Therapy For Asthma And Copd Rehabilitation. Master's Thesis, Music Therapy Department of Music. University of Jyväskylä, 2014:41.
88. Eley R, Gorman D, Gately J. Didgeridoos, songs and boomerangs for asthma management. *Health Promotion Journal of Australia* 2010, 21:39-44.
89. Cugell DW. Interaction of chest wall and abdominal muscles in wind instrument players. (A preliminary report), *Cleveland Clinic Quarterly* 1986, 53:15-20.
90. The Potential Effects of the Didgeridoo as an Indigenous Intervention for Australian Aborigines: A Post Analysis Robert Eley, *Music and Medicine* 5:84-92.
91. Norman M, Eley R. Music therapy to manage asthma symptoms in young Indigenous people in an urban setting. *Aborig Isl Health Work J* 2010, 34:20-22.
92. Bolger E, Judson M. The therapeutic value of singing. *New Eng J Med* 1984, 311:1704.
93. Lucia R. Effects of playing a musical wind instrument in asthmatic teenagers. *J Asthma* 1994, 31:375-385.

94. Sliwka A, Nowobilski R, Polczyk R, Nizankowska-Mogilnicka E. & Szczeklik. Mild Asthmatics Benefit from Music Therapy. *Journal of Asthma* 2012, 49:401-408
95. Stacy R, Brittain K, Kerr S. Singing for health: an exploration of the issues. *Health Educ* 2002, 102:156-162.
96. Irons J, Kenny D, McElrea M, Chang A. Singing therapy for young people with cystic fibrosis: a randomized controlled pilot study. *Music and Medicine* 2012, 4:136-145.
97. Puhan M, Suarez A, Cascio C, Zahn A, Heitz M, Braendli O. Didgeridoo playing as alternative treatment for obstructive sleep apnoea syndrome: randomised controlled trial. *BMJ* 2006, 332:266-270.
98. Kahane JC, Beckford NS, Chorna LB, Teachey JC, Mecllelland DK. Videofluoroscopic and Laryngoscopice valuation of the upper airway and Larynx of professional bassoon players. *Journal of Voice* 2006, 20:297-307.
99. Dhanashree H, Shahu R. Study of Pulmonary Function and Its Effect on the Wind Instrument Players. *IJIRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology* 2015, 1:2349-6010.
100. Aldridge, D. (Ed.) *Music Therapy and Neurological Rehabilitation. Performing Health.* Jessica Kingsley Publishers, London & Philadelphia, 2005.